

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТУСА  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Т. В. Січко, К. М. Довбня, В. А. Врублевський

# **СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

*для виконання лабораторних робіт студентами спеціальностей  
«Прикладна математика», «Комп'ютерні науки»  
ступеня освіти «Бакалавр»*

Вінниця  
ДонНУ імені Василя Стуса  
2019

*Затверджено*

*на засіданні вченої ради факультету математики та інформаційних технологій  
Донецького національного університету імені Василя Стуса  
(протокол № 8 від 18.04.2019 р.)*

**Автори:**

*Т. В. Січко*, доцент кафедри прикладної математики і теорії систем управління;

*К. М. Довбня*, професор кафедри прикладної математики і теорії систем управління;

*В. А. Врублевський*, асистент кафедри прикладної математики і теорії систем управління.

**Рецензенти:**

*Ю. В. Шамарін*, канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри прикладної математики і теорії систем управління;

*О. С. Щербіна*, канд. екон. наук, доцент кафедри інформаційних систем управління.

**Січко Т. В., Довбня К. М., Врублевський В. А.**

**С 418** Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Системний аналіз» / Т. В. Січко, К. М. Довбня, В. А. Врублевський. – Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2019. 83 с.

У методичних вказівках зазначено мету, завдання навчальної дисципліни, подано короткі теоретичні відомості до кожної лабораторної роботи, завдання та контрольні питання.

Для студентів ступеня освіти «Бакалавр» спеціальностей «Прикладна математика», «Комп'ютерні науки» факультету математики та інформаційних технологій ДонНУ імені Василя Стуса.

**УДК 004.4:303.732.4 (072)**

© Січко Т. В., Довбня К. М.,

Врублевський В. А., 2019

© ДонНУ імені Василя Стуса, 2019

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Мета та завдання навчальної дисципліни.....	5
Загальні вказівки до виконання лабораторних робіт.....	6
Лабораторна робота № 1.....	6
Лабораторна робота № 2.....	19
Лабораторна робота № 3.....	28
Лабораторна робота № 4.....	30
Лабораторна робота № 5.....	38
Лабораторна робота № 6.....	46
Лабораторна робота № 7.....	56
Лабораторна робота № 8.....	63
Список рекомендованої літератури.....	67

## ВСТУП

Процес швидкого розвитку інформаційних технологій у різних сферах управління потребує відповідних спеціалістів, які можуть оволодівати, розробляти та впроваджувати сучасні інформаційні технології. На ринку праці сьогодні зростає потреба спеціалістів, що орієнтуються не лише у своїй предметній галузі, а й добре обізнані з побудовою, принципами функціонування, аналізом та моделюванням різноманітних систем, зокрема й економічних. Сьогоднішній спеціаліст повинен володіти алгоритмічним мисленням, знати свою предметну галузь, основи інформаційних систем і технологій, вміти правильно сформулювати та поставити проблему.

Курс «Системний аналіз» продовжує цикл дисциплін, пов'язаних із вивченням математичних методів моделювання та їх практичного використання у професійній діяльності. Знання курсу дає змогу розв'язувати задачі проектування, моделювання та аналізу складних систем із застосуванням сучасних програмних засобів.

## МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Курс «Системний аналіз» ставить за мету формування у студентів системного мислення, усвідомлення необхідності застосування основних засад системного аналізу до завдань управління та прийняття рішень, до дослідження складних явищ і процесів у соціально-економічних системах, формування практичних навичок використання сучасних інформаційних технологій у повсякденній практичній діяльності.

**Завдання навчальної дисципліни** полягають у вивченні як теоретичних основ системного аналізу, що дозволяє об'єднати в єдиний комплекс різні методи дослідження систем різноманітної природи на будь-яких рівнях їх вивчення та стадіях існування, так і набутті студентами практичних навичок застосування системного аналізу при дослідженні соціально-економічних систем та розв'язанні задач, що важко формалізуються та слабо структуруються.

**Основними результатами виконання лабораторного практикуму є:**

1. Засвоєння основних понять та способів задання моделей систем.
2. Засвоєння теоретичних методів роботи з графами.
3. Засвоєння методів опису систем з різними структурами.
4. Засвоєння методів побудови різних організаційних структур управління.
5. Оволодіння навичками роботи з векторним редактором Visio 2013 для побудови схем топологій економічних структур.
6. Засвоєння навичок інтеграції візуальних засобів та джерел даних.

**Предмет:** методи і моделі, програмне забезпечення побудови моделей топології економічних структур.

# ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

**Тема:** Основи роботи з векторним редактором Visio 2013.

**Мета:** оволодіння навичками роботи з векторним редактором Visio 2013.

### КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

#### Призначення

Visio 2013 – це засіб для роботи із графікою та кресленнями, який допомагає візуалізувати, переглядати та повідомляти складну інформацію. За допомогою програми Visio можна перетворювати складний текст і таблиці, важкі для сприйняття, на схеми Visio, що легко доносять інформацію.

Програма Visio містить сучасні фігури та шаблони для створення схем різного призначення, зокрема для керування інформаційними технологіями, моделювання процесів, будівництва й архітектури, оформлення інтерфейсу користувача, керування ресурсами та проектами тощо.

#### Файлові формати:

- VSD – діаграма або схема,
- VSS – фігура,
- VST – шаблон,
- VDX – діаграма у форматі XML,
- VSX – фігура XML,
- VTX – шаблон XML,
- VSL – надбудова,
- VSDX – OPC/XML діаграма,
- VSDM – OPC/XML діаграма, що містить макрос.

Visio 2010 та більш ранні версії Microsoft Visio підтримують перегляд та запис діаграм у форматах VSD або VDX. VSD є власним бінарним файловим форматом, який використовується у всіх попередніх версіях Visio. VDX є добре задокументованим XML «Datadiagram ML» форматом. Починаючи з версії Visio 2013, запис у форматі VDX більше не підтримується на користь нових VSDX та VSDM файлових форматів. Створені на основі стандарту Open Packaging Conventions (OPC – ISO 29500, Частина 2), VSDX та VSDM файли складаються з групи заархівованих XML-файлів, що знаходяться у ZIP-архіві. Єдина різниця між VSDX та VSDM файлами полягає в тому, що VSDM файл може містити макроси. Оскільки такі файли сприйнятливі до макро-вірусів, програма забезпечує сувору безпеку для них.

Visio 2010 та більш ранні версії Microsoft Visio використовують VSD формат за замовчуванням, Visio 2013 використовує VSDX формат за замовчуванням.

## Запуск MS Visio, структура його вікна

Для запуску MS Visio необхідно вибрати Пуск / Усі програми / Microsoft Office / Microsoft Visio. Після запуску програми MS Visio на екрані з'являється вікно **Категорії шаблонів** (рис. 1.1).

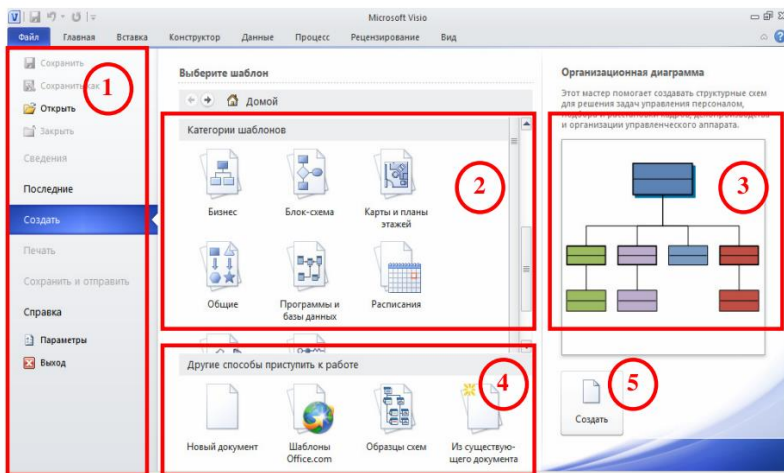


Рис. 1.1. Початкове меню Microsoft Office Visio 2010

Для відкриття цього ж вікна, якщо програму Visio вже запущено, потрібно вибрати команду меню Файл / Створити. Ліворуч у вікні відображаються команди меню Файл (1).

Інша частина вікна містить три області. В панелі вибору категорій (2) знаходиться список азових груп (категорій) шаблонів. Праворуч від неї розміщено область відомостей (3), де виводяться зображення і короткий опис вибраного шаблону. Огляд тих категорій шаблонів, що входять до Visio, буде подано в наступному розділі.

Область унизу посередині (4) дозволяє почати роботу з вибору шаблонів (Новий документ), вибрати шаблони з сайту Microsoft, скористатися готовими зразками або наявним файлом Visio.

Для створення нового документа необхідно вибрати в області (2) або (4) категорію шаблонів або способів, а потім конкретний шаблон або спосіб. Далі потрібно натиснути кнопку Створити (5) праворуч унизу вікна. Останні вибрані шаблони з'являються згодом над списком категорій в області (2).

При виборі якої-небудь категорії шаблонів (чи іншого способу почати роботу) в центральній частині вікна будуть відображені піктограми шаблонів, що входять до неї. Для повернення до списку категорій над цією областю є кнопка «Додому».

Усі креслення (рисунки) Visio засновані на деяких шаблонах (англ. template). Вони мають у своєму складі набори (колекції) готових фігур і низку зумовлених дій: установлення масштабу креслення, можливості автоматизації деяких операцій тощо.

Для зручності всі шаблони Visio розбито на 8 основних категорій.

➤ Бізнес-шаблони для побудови схем бізнес-процесів (рис. 1.2). Серед них – схеми організаційної структури підприємства, діаграми якості, дерева ухвалення рішень, подієві діаграми, схеми аудиту, інтелект-карти та інші. Шаблон Діаграми і графіки дає можливість відобразити фінансові звіти, результати статистичного аналізу, задачі обліку тощо.

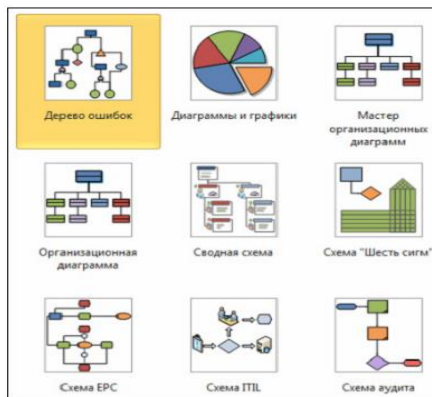


Рис. 1.2. Категорія шаблонів **Бізнес**

➤ Блок-схеми – шаблони для побудови ієрархічних, функціональних, об’єктно-орієнтованих та інших схем (рис. 1.3).

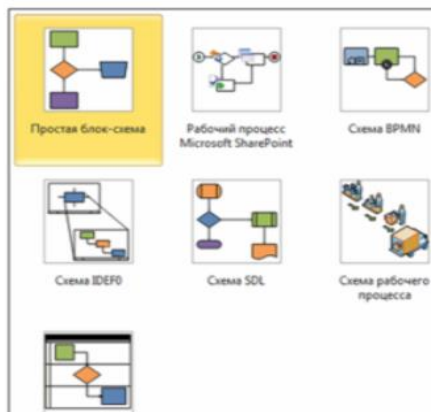


Рис. 1.3. Категорія шаблонів *Блок-схема*



- Карты та плани поверхів – шаблони для побудови планів будівель, приміщень, комунікацій, дорожніх схем і планів місцевості (рис. 1.4).
- Загальні – шаблони з основними графічними примітивами, що використовують при створенні призначених для користувача рисунків (рис. 1.5).

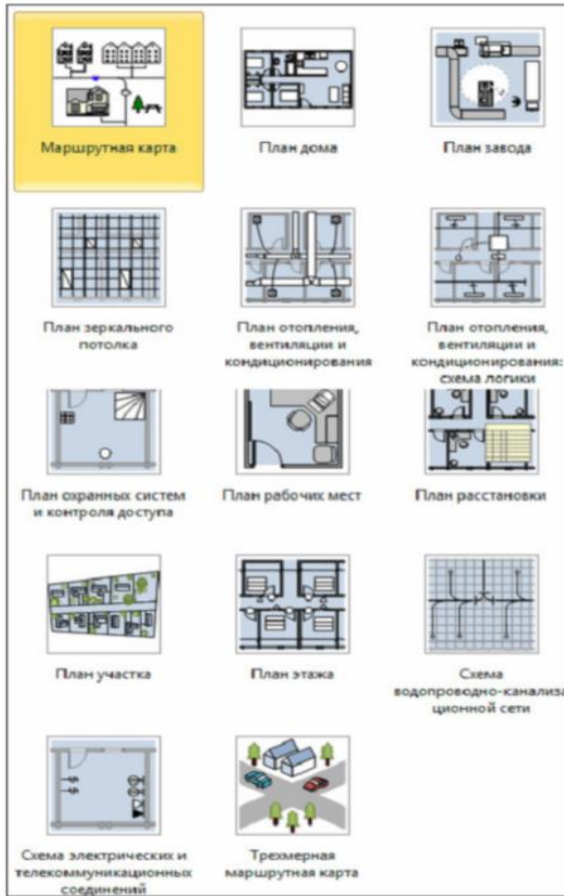


Рис. 1.4. Категорія шаблонів Карты та плани поверхів

- Програми і бази даних – шаблони для створення схем, пов’язаних із роботою програмного забезпечення, візуалізації структури баз даних, карти і структури веб-сайтів тощо.
- Мережа – шаблони для проектування схем локальних або глобальних комп’ютерних мереж.
- Техніка – шаблони для проектування інженерних схем, побудови схем технічних установок, електричних схем тощо.

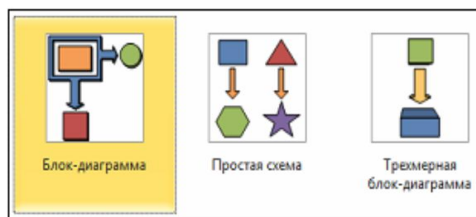


Рис. 1.5. Категорія шаблонів Загальні

➤ Розклад – шаблони для побудови схем процесів, залежних від часу (рис. 1.6).

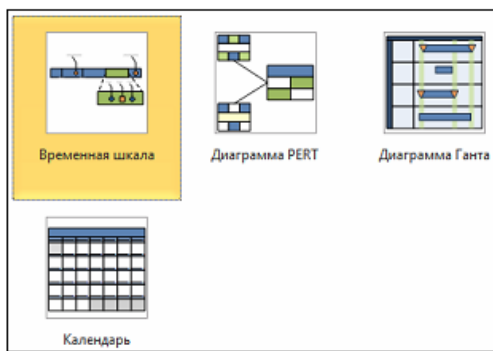


Рис. 1.6. Категорія шаблонів Розклад

Після створення нового документа на основі шаблону вікно Visio матиме вигляд, відображений на рис. 1.7. MS Visio 2013 приведено у відповідність з іншими програмами пакета MS Office, тобто має інтерфейс Microsoft Office Fluent (так звану стрічку). Тому досвід використання цих програм допоможе з легкістю почати роботу з графічним редактором.

Вікно програми можна умовно розділити на кілька частин. Верхню частину займає командний інструментарій (1): команди меню, кнопки на панелі швидкого доступу і стрічці. Стрічку можна згорнути в один рядок, залишивши тільки заголовки її вкладок (за допомогою кнопки праворуч від назв вкладок).

Ліворуч у вікні розташовано область трафаретів «Фігури» (2). Вона містить усі відкриті для цього документа трафарети (набори фігур) і команди відкриття нових. Детальніше про трафарети в наступному розділі.

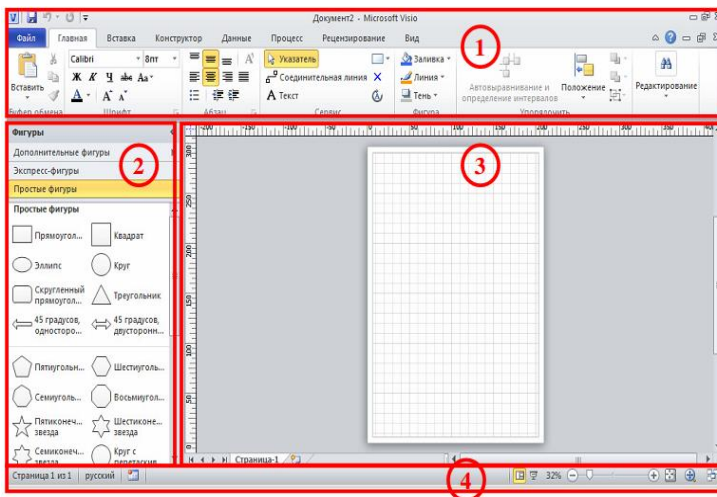


Рис. 1.7. Вікно MS Visio

Основну частину вікна займає область редагування рисунка (3). В ній відображаються листи рисунків, а також горизонтальна і вертикальна лінійки, смуги прокрутки, різні панелі роботи з рисунком. Сітка листа є зручним засобом для позиціонування готових фігур або креслення, при друці її не видно.

Внизу знаходяться ярлики листів рисунка і кнопки переміщення по них. Робота з листами Visio схожа з методами роботи в Excel. Як завжди, нижній рядок вікна займає панель стану (4). Призначення її також не відрізняється від загальноприйнятого в програмах MS Office – вона містить засоби перемикавання між сторінками й мовами, запису макросу, керування масштабом рисунка і відображенням вікон.

Вкладка «Вид» традиційно дозволяє управляти відображенням на екрані елементів вікна. За допомогою її кнопок можна відобразити або приховати лінійку, сітку, область трафаретів (Фігури), встановити масштаб рисунка, розташувати вікна відкритих креслень тощо (рис. 1.8).

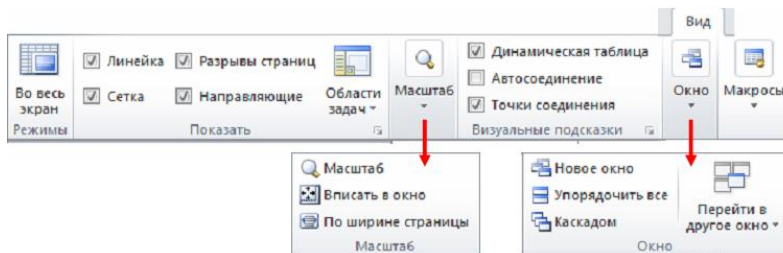


Рис. 1.8. Меню Вид

## Фігури

Створити фігуру на кресленні можна двома способами: за допомогою майстер-шейпів (зразків) панелі трафаретів або за допомогою інструментів малювання. Другий спосіб використовують доволі рідко, недаремно значну кількість відповідних інструментів винесено на спеціальну вкладку стрічки Розробник, яка навіть не виводиться на екран при старті роботи з програмою.

MS Visio має колосальну колекцію готових фігур, розбитих на групи, – трафарети (чи набори фігур). У постачання програми входить більше півтори сотні трафаретів, можна знайти безліч готових фігур в Інтернеті. Крім того, можна видозмінити будь-яку наявну фігуру. Тому потреба у створенні фігур «з нуля» виникає нечасто.

Для додавання на лист необхідної фігури треба на панелі трафаретів «Фігури» обрати трафарет, у ньому – потрібний елемент (він називається майстер-шейп) і перетягнути його на лист. У процесі роботи з фігурою має бути включений режим «Вказівник» (рис. 1.9).

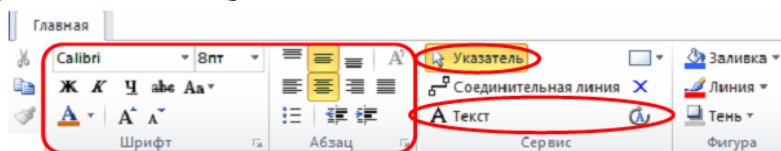






Рис. 1.9. Інструменти роботи з фігурами і текстом


Для розміщення тексту всередині фігури (так званий впроваджений текст) необхідно виділити її та обрати на вкладці стрічки «Головна» кнопку .

Текст (або просто двічі клацнути на фігурі мишею) і набрати текст. Той же інструмент (див. рис. 1.9) призначений і для редагування тексту. Для роботи з фігурою в загальному обсязі потім потрібно знову обрати інструмент  «Вказівник».

Місце розташування текстового блока можна міняти, перетягуючи його при включеному інструменті  «Блок тексту» на вкладці стрічки «Головна»  (див. рис. 1.9).

Для написання тексту не в елементі, а на листі також використовують кнопку.

Шрифт тексту, розмір і зображення, вирівнювання, відступи, маркери, табуляцію тощо можна міняти загальноприйнятими в MS Office засобами форматування. Як завжди, серед них:

- кнопки на вкладці стрічки Головна  (розділи Шрифт, Абзац – див. рис. 1.9);
- міні-панель форматування (рис. 1.10);

- різні способи виклику діалогового вікна Текст (рис. 1.11) – наприклад, команда Формат контекстного меню або кнопки розділів;
- стрічки Шрифт, Абзац тощо.

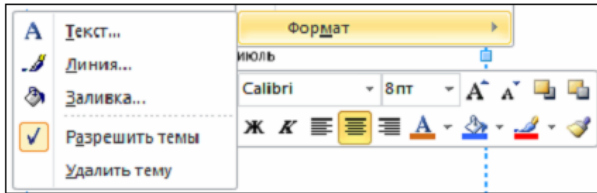




Рис. 1.10. Міні-панель інструментів форматування

Окрім форматування тексту, в контекстному меню фігури (див. рис. 1.10) є команда Формат / Лінія: вона дає змогу змінювати товщину, колір, закінчення ліній. Команда контекстного меню фігури Формат / Заливка – заливку, штрихування, тінь тощо. Ці дії можна виконати і за допомогою кнопок стрічки на вкладці Головна (розділ Фігура – див. рис. 1.9).

Для заощадження часу при однотипному оформленні фігур слугує кнопка  за зразком.

Для зміни розмірів елемента використовують квадратні розмірні маркери, які з'являються при виділенні елемента мишею (маркери виділення) (рис. 1.11). На панелі інструментів при цьому має бути задіяний інструмент  Вказівник.

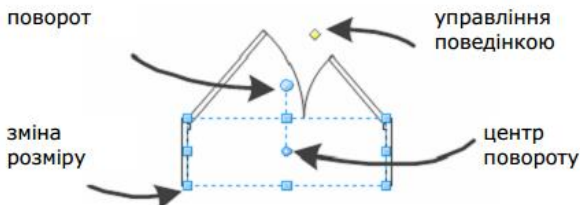


Рис. 1.11. Маркери фігури Visio

Круглий маркер обертання дає змогу повертати фігуру. При наведенні на нього курсору стає видимим круглий маркер меншого розміру – він відмічає центр повороту. Змістивши його, можна добитися довільного обертання фігури за допомогою маркера повороту.

Ромбовидні маркери управління дають можливість змінювати контури фігур. Вони працюють по-різному для різних шейпів – при наведенні на них покажчика миші спливає підказка про їх призначення.

Для видалення фігури потрібно виділити її і натиснути клавішу Delete. Для переміщення фігури треба навести на неї покажчик миші, щоб він набрав вигляду

чотирьохспрямованої стрілки, і перетягнути фігуру в необхідну позицію. Розмір, положення і кут повороту фігур можна також змінювати за допомогою панелі «Розмір і положення» (рис. 1.12), задаючи числові значення в її полях. Увімкнути (вимкнути) її відображення можна за допомогою кнопки «Області» задач на вкладці Вид (див. рис. 1.8).

Размер и положение - ... ✕ ✕	
X	43,2303 мм
Y	134,6787 мм
Ширина	54,9555 мм
Высота	33,0716 мм
Угол	-0,6 град
Положение булавки	Внизу слева

Рис. 1.12. Панель Розміри і розміщення

Панель можна пришвартувати до будь-якого краю вікна креслення.

Клацнувши правою кнопкою миші на її назві, можна викликати команду «Приховати автоматично», яка автоматично згортає панель у тонку смугу, коли її не використовують, і розгортає при наведенні миші. Шпилька на рядку назви панелі «Розмір і положення» дає можливість закріпити її положення біля межі вікна.

## Трафарети

Кожен трафарет (англ. stencil) є спеціальною панеллю, яка містить різні майстри (зразки, майстер-шейпи, англ. master shapes) фігур, графічні й допоміжні елементи, використані на листі рисунка. По суті, трафарет – це особлива бібліотека Visio, де зібрано тематично пов’язані фігури, розроблені для наступного їх використання при створенні креслень.

У MS Visio 2013 замість назви «трафарет» частіше вживають терміни «набір фігур» або «колекція елементів».

Кількість і склад трафаретів, що відображаються, залежить від вибраного при створенні документа шаблону.

У кожен момент часу видно фігури тільки одного трафарету (внизу області фігур). Заголовок цього трафарету виділено кольором. При клацанні на заголовку іншого трафарету панель поточного згортається у смугу заголовка, а вибраний трафарет розкривається на всю нижню частину області фігур. Це відбувається тому, що всі трафарети закріплені в цій області. Проте можна зробити їх плаваючими і перемістити в будь-яке місце екрану (навіть за межі вікна Visio) – для цього досить перетягнути трафарет за рядок заголовка. За таких умов у заголовку стане видно кнопку меню – її команда «Закріпити вікно» поверне вікно трафарету до первинної області.

Порядок розміщення трафаретів в області фігур можна міняти, перетягуючи мишею заголовки трафаретів. Над заголовками відкритих трафаретів розташовано заголовок панелі «Експрес-фігури» (рис. 1.13).

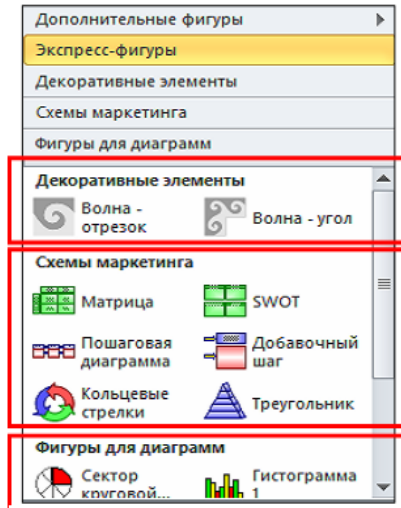


Рис. 1.13. Группы позначок Экспрес-фігури

Вона містить по кілька (2–4, іноді 6 або 8) перших фігур із кожного відкритого трафарету. Передбачається, що найперші фігури будь-якого трафарету – найбільш «ходові». А якщо користувач частіше використовує інші фігури, він може легко перемістити їх мишею на перші позиції панелі. Зміни відіб'ються і в експрес-панелі.

Отже, панель «Експрес-фігури» зручна тим, що утримує найпоширеніші майстер-шейпи (зразки) усіх відкритих трафаретів на одній панелі. Порядок дотримання груп фігур на ній співпадає з порядком трафаретів в області фігур.

Для відкриття додаткових трафаретів (що не входять у вибраний шаблон) вгорі області фігур є команда «Додаткові фігури». На додаток до категорій стартового вікна Visio, в її меню є ще одна, дев'ята категорія трафаретів – «Додаткові рішення Visio» (рис. 1.14).

Трафарети цієї групи містять фігури різноманітних стрілок, ліній, посилань, візерунків, символів, приміток тощо. Команда «Відкрити набір елементів» внизу меню «Додаткові» дає змогу відкрити файл будь-якого трафарету, навіть якщо він не входить до комплекту постачання.

Існує кілька режимів відображення значків фігур у трафареті (рис. 1.15) – для їх вибору в контекстному меню заголовка трафарету призначено команду Вид (рис. 1.16).

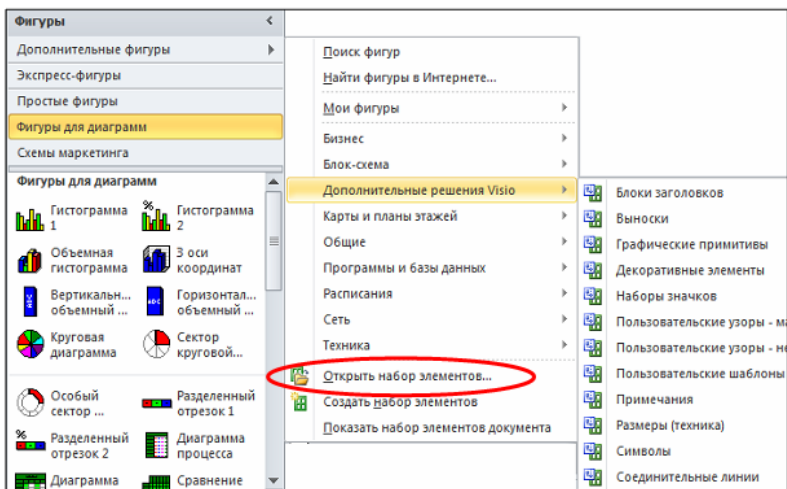


Рис. 1.14. Відкриття додаткових трафаретів

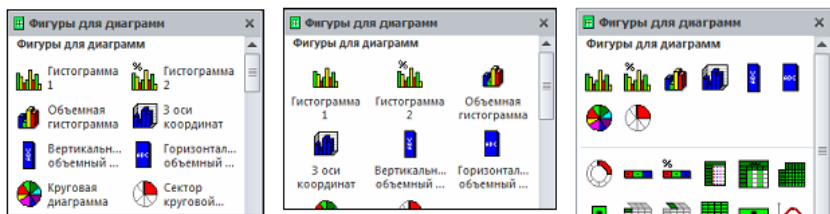


Рис. 1.15. Відображення трафарету у різних режимах

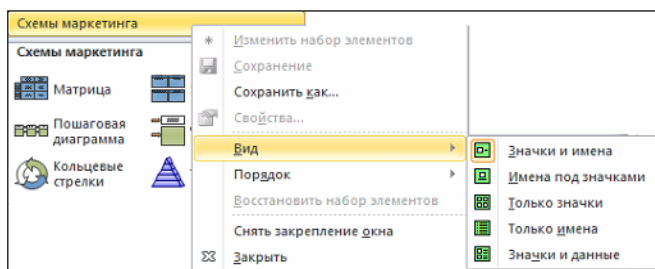


Рис. 1.16. Вибір режимів відображення трафаретів

Закрити трафарет можна за допомогою команди «Закрити» у контекстному меню його заголовка.



## Приклад створення простої блок-схеми

### Крок 1. Вибір і відкриття шаблону

1. Відкрийте програму Visio.
2. У списку **Категорії шаблонів** виберіть **Блок-схема**.
3. У діалоговому вікні **Блок-схема** двічі клацніть елемент **Проста блок-схема**.

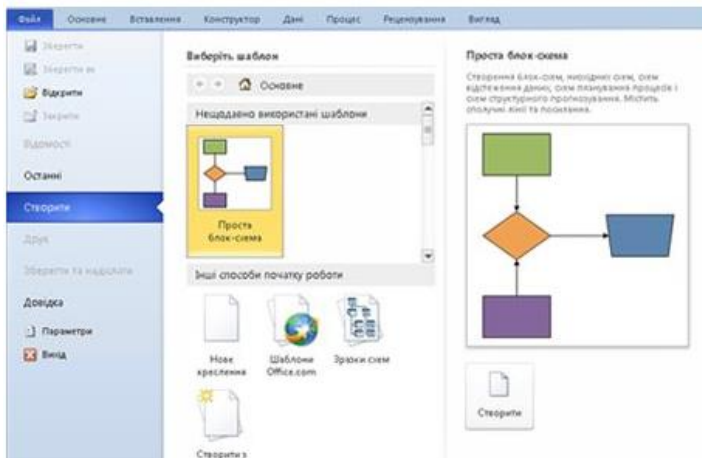


Рис. 1.17. Вибір шаблону Проста блок-схема

Шаблони складаються з колекції пов'язаних фігур, що називаються трафаретами. Наприклад, один із трафаретів, який відкривається в шаблоні **Проста блок-схема**, – це **Фігури простої блок-схеми**.

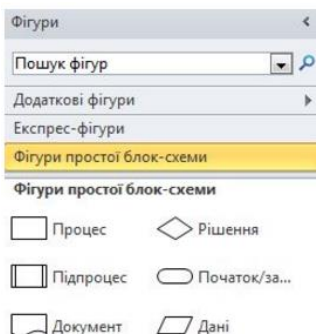


Рис. 1.18. Створення фігур простої блок-схеми

Щоб створити діаграму, необхідно перетягнути фігури із трафарету до пустої сторінки та з'єднати їх одна з одною. Існує багато способів зробити це, але наразі скористайтеся засобом автоз'єднання.

## Крок 2. Перетягування та з'єднання фігур

1. Перетягніть фігуру **Початок / Кінець** із трафарету **Фігури простої блок-схеми** до сторінки документа та відпустіть кнопку миші.

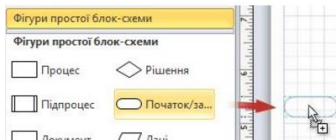


Рис. 1.19. Початок створення простої блок-схеми

2. Утримуйте вказівник на фігурі доки не з'являться сині стрілки.

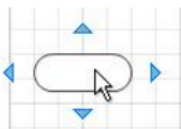


Рис. 1.20. Фігура на робочій поверхні

3. Перемістіть вказівник на верхню частину синьої стрілки, яка вказує місце, куди необхідно помістити другу фігуру.

З'явиться мініпанель, яка містить фігури верхньої частини трафарету

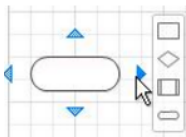


Рис. 1.21. Зміна розмірів елементів

4. Натисніть квадратну фігуру «Процес».

Фігуру «Процес» додано до діаграми та автоматично з'єднано з фігурою **Початок / Кінець**.

Якщо фігура, яку необхідно додати, відсутня на мініпанелі, її можна перетягнути з вікна **Фігури** на синю стрілку. Нова фігура з'єднана з першою так само, як і під час її натискання на мініпанелі.

## Крок 3. Додавання тексту до фігур

1. Натисніть фігуру та почніть вводити текст.

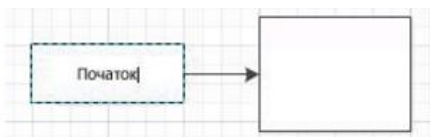


Рис. 1.22. Додавання тексту до фігури

2. Після того як введено увесь текст, клацніть на пустому місці сторінки документа або натисніть клавішу ESC.

## **ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

1. За допомогою стандартних трафаретів та засобів рисування створити графічний логотип уявного підприємства, яке в подальшому буде досліджуватися.

2. Створити свою бібліотеку трафаретів та зберегти в ній логотип підприємства.

## **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

1. До якого класу редакторів належить Visio 2013?
2. Що являє собою файл з розширенням .vsd?
3. Що являє собою файл з розширенням .vss?
4. Що являє собою файл з розширенням .vst?
5. Поясніть відмінності трафаретів і шаблонів Visio.
6. Як змінити розмір, положення, кут повороту фігури?
7. Які можливості налаштування параметрів листа надає програма?
8. Як перемістити усі фігури шаблону?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2**

**Тема:** Створення організаційних діаграм.

**Мета роботи:** навчитися автоматично створювати схеми організації, на якій відображається ієрархія штату її співробітників.

## **КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ**

Організаційна діаграма використовується для візуального документування груп співробітників організації (відділи і команди) і їхні взаємини. Використовуючи шаблон Microsoft Office Visio «Організаційна діаграма», можна легко створити паперові організаційні діаграми, які представляють співробітників фірми. Використовуючи «розумну» поведінку фігур Visio, можна показати взаємини співробітників у рамках організації. Наприклад, при перетяганні одних фігур поверх інших Visio розташовує ці фігури й автоматично зв'язує їх, створюючи ієрархію зв'язків у процесі створення діаграми. Фігури в організаційній діаграмі також можуть зберігати інформацію про людей та їх зв'язки в організації. Так можна показати рівно стільки інформації, скільки необхідно. Можна також перетворити фігури в діаграмі і створити синхронізовані копії відділів, не перемальовуючи ієрархію з нуля.

## Створення організаційної діаграми

Шаблон організаційної діаграми використовується для створення структурних схем розв'язку задач управління персоналом, підбору та розстановки кадрів, діловодства та організації управлінського апарату (рис. 2.1).

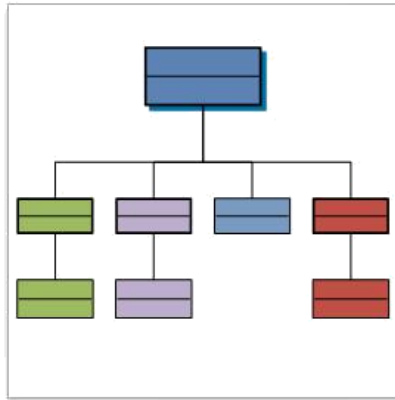


Рис. 2.1. Шаблон організаційної діаграми

На інструментальній панелі є кнопки для виконання команд, що дають змогу змінити вигляд схеми (рис. 2.2).

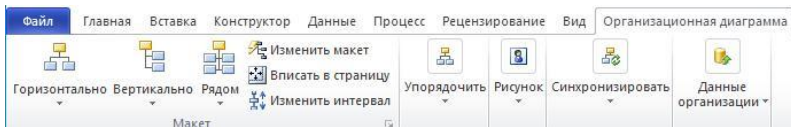


Рис. 2.2. Інструментальна панель організаційної діаграми

Для створення організаційної діаграми:

1. Командою меню «Файл / Створити / Організаційна діаграма» відкрийте трафарет «Фігури організаційної діаграми».

2. Перетягнути з трафарету «Фігури організаційної схеми» на сторінку документу фігуру «Директор», а потім ввести в неї ім'я і посаду директора. Повторити цей крок і додати усіх менеджерів.

3. Перетягнути з трафарету «Фігури організаційної діаграми» на сторінку документа фігуру «Посада», а потім ввести в неї ім'я і посаду співробітника.

Повторити цей крок і додати усіх співробітників.

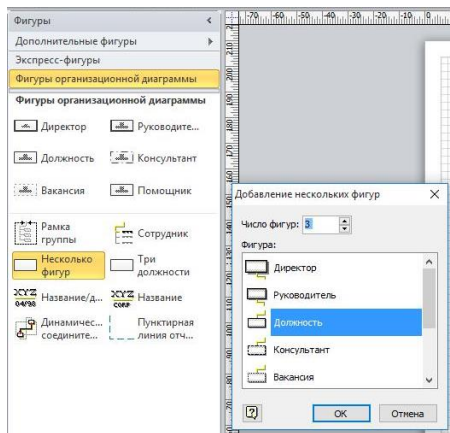


Рис. 2.3. Трафарет «Фігури організаційної діаграми»

Для додавання фігури на організаційну діаграму:

1. Перетягнути з трафарету «Фігури організаційної діаграми» на сторінку документа фігуру, помістивши її поверх іншої фігури, а потім увести в неї ім'я і посаду співробітника.

2. Повторити цей крок і додати усіх необхідних співробітників.

Використовуючи фігуру «Декілька фігур», розташовану на трафареті «Фігури організаційної діаграми», можна одночасно додати в організаційну діаграму до 50 фігур співробітників.

Просто перетягнути її поверх тієї фігури, яка представляє менеджера, перед яким звітують усі співробітники, а потім у діалоговому вікні обрати кількість і тип фігур, що додаються.

Для зміни розташування фігур організаційної діаграми:

1. Виділити верхню фігуру, наприклад, менеджера.
2. На панелі інструментів «Фігури діаграми» (рис. 2.2) клацнути на опції розташування фігур.

Для введення імені і посади у фігури організаційної діаграми:

1. Виділити фігуру організаційної діаграми.
2. Ввести ім'я людини, натиснути «Enter», а потім ввести її посаду.
3. Натиснути «Esc» або клацнути поза фігурою.

### **Налаштування зовнішнього вигляду організаційних діаграм**

Visio містить кілька інструментів, призначених для перетворення фігур в організаційних діаграмах і які дають змогу змінити зовнішній вигляд діаграм, не витрачаючи час на повторне з'єднання фігур у структурі. Щоб змінити розташування окремих фігур або розміщення усіх фігур відділу, використовуйте кнопки

на панелі інструментів «Фігури діаграми». Можна також змінити розташування зв'язків фігур.

Діаграми, що представляють великі або складні організації, можуть займати декілька сторінок, тому не варто прагнути вмістити всю діаграму на одній сторінці. Створити багатосторінкову організаційну діаграму можна, використовуючи синхронізовані копії відділів. Наприклад, на першій сторінці діаграми виділити фігуру менеджера з підлеглими співробітниками, що утворюють відділ або команду, а потім створити її синхронізовану копію. Visio виріже підлеглі фігури з першої сторінки, створить нову сторінку, а потім помістить менеджера і його підлеглих на цю нову сторінку. Фігура, що представляє менеджера, залишиться на першій сторінці, вказуючи, що синхронізована копія знаходиться на іншій сторінці малюнка. Усі зміни, що вносяться до тексту, або додаткові властивості синхронізованої фігури застосовуються до усіх її синхронізованих копій на інших сторінках. Якщо змінюється ім'я менеджера на першій сторінці діаграми, зміна передається на усі синхронізовані копії цієї фігури на інших сторінках. Синхронізовані копії економлять час, допомагають управляти великими організаційними діаграмами та полегшують їх супровід і модифікацію.

В організаційних діаграмах можна використовувати гіперпосилання, що полегшують навігацію між синхронізованими копіями і сторінками складних організаційних діаграм. Наприклад, можна зв'язати сторінку діаграми відділу роботи з клієнтами з веб-сайтом відділу в корпоративній мережі інтранет, полегшивши доступ до додаткової інформації про цю групу. Щоб вставити гіперпосилання у фігуру, виділити її, а потім клацнути на «Гіперпосилання» в меню «Вставка».

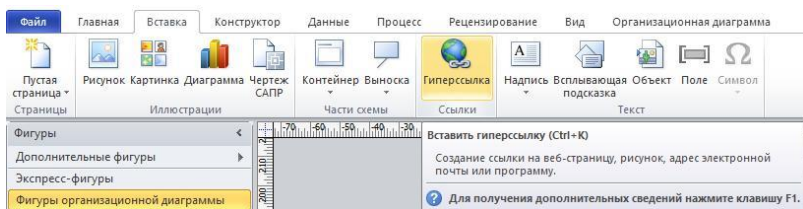


Рис. 2.4. Меню «Вставка» організаційної діаграми

При вставці гіперпосилання на сторінку діаграми необхідно переконатися, що на сторінці нічого не виділено, а потім клацніть на «Гіперпосилання» в меню «Вставка». Нарешті, на організаційні діаграми можна додати фон, змінити кольорову схему і тему діаграми. Щоб змінити тему організаційної діаграми з класичної (фігури з прямими кутами) на сучасну (фігури із заокругленими кутами), використовуйте команду «Підложки» в меню «Конструктор» (рис. 2.5).

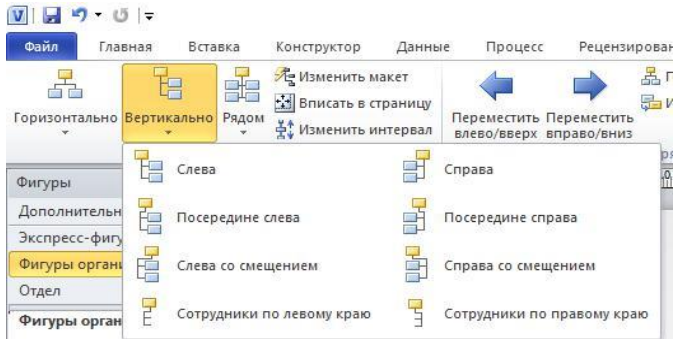


Рис. 2.5. Меню «Конструктор» організаційної діаграми

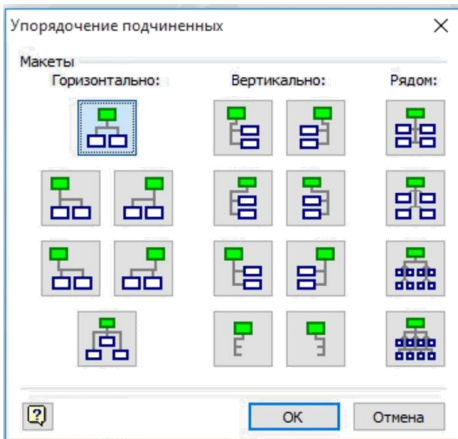


Рис. 2.6. Команда «Вертикально» на панели інструментів

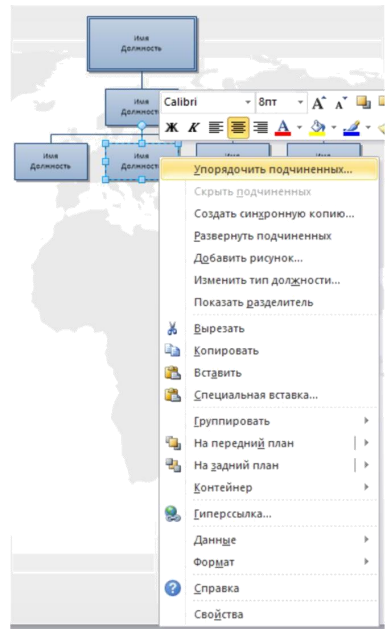


Рис. 2.7. Упорядкування підлеглих

## ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Створити організаційну діаграму, наведену на рис. 2.8.
2. Виділити фігуру «Головні спеціалісти за підрозділами».
3. Клацнути на команді «Вертикально» на панелі інструментів «Організаційна діаграма».

4. У підменю «Вертикально» вибрати пункт «Вирівняти зліва». Деякі фігури виявляться нижче нижньої межі сторінки діаграми. Ще одним способом зміни розташування усіх або частини фігур організаційної діаграми є виділення фігури на верхньому рівні групи, яку ви хочете змінити, і потім вибір «Упорядкувати підлеглих» в меню «Організаційна діаграма». Виберіть стиль розташування, який вам більше підходить, і потім натисніть ОК. Можна також клацнути правою кнопкою миші на фігурі, а потім вибрати «Упорядкувати підлеглих» у контекстному меню.

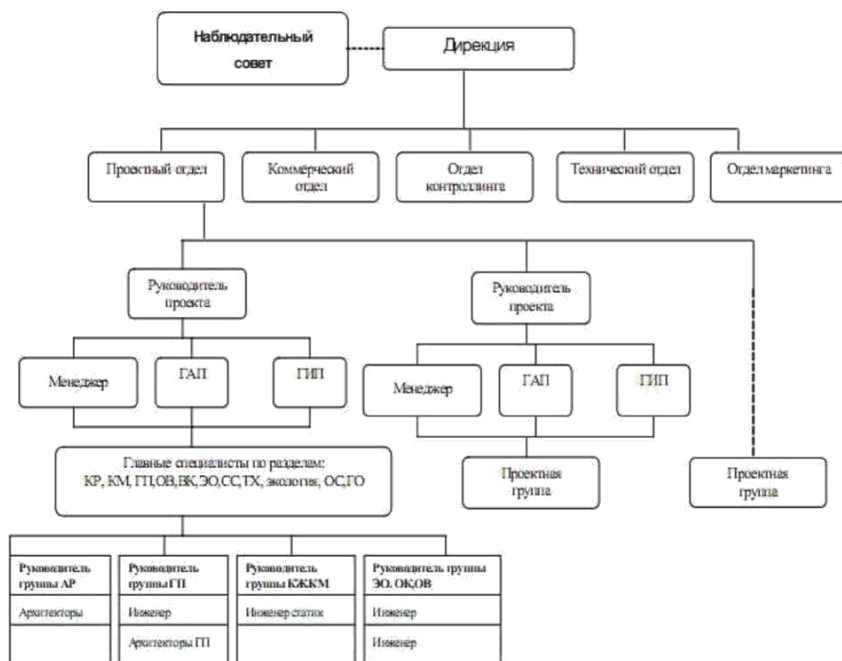


Рис. 2.8. Організаційна діаграма

5. Переконавшись, що фігура «Головні спеціалісти за підрозділами» все ще виділена, виберіть пункт «Синхронізувати» в меню «Організаційна діаграма», а потім клацніть на «Створити синхронізовану копію». Відкриється діалогове вікно із запитом, чи поміщати синхронізовану копію на нову сторінку.



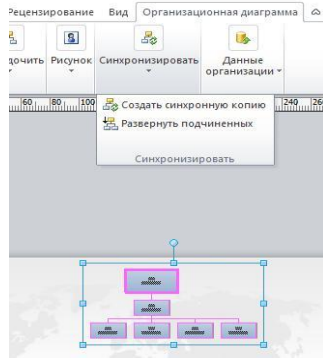


Рис. 2.9. Синхронізація організаційної діаграми

6. Переконайтеся, що в діалоговому вікні «Створити синхронізовану копію» встановлений прапорець «Нова сторінка», встановіть прапорець «Приховати підлеглих на початковій сторінці» і натисніть ОК. Visio вставить у діаграму другу сторінку і помістить на неї відділ Головних спеціалістів.

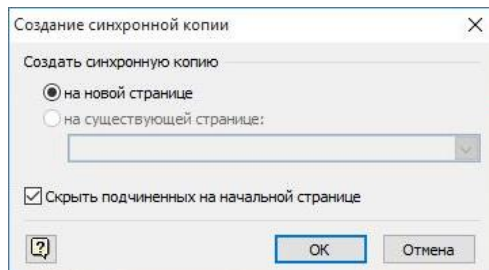


Рис. 2.10. Створення синхронної копії

7. Виділіть фігуру «Головні спеціалісти за підрозділами».

8. Клацніть на кнопці «Горизонтально» на панелі інструментів «Організаційна діаграма».

9. Клацніть на кнопці «По центру» в підменю «Горизонтально». Підлеглі відділу будуть вирівняні по центру.

10. Переконавшись, що фігура «Головні спеціалісти за підрозділами» все ще виділена, клацніть на «Гіперпосилання» в меню «Вставка», щоб відкрити діалогове вікно «Гіперпосилання».

11. Клацніть на кнопці «Огляд» поряд із порожнім полем «Субадреса». Відкриється діалогове вікно «Гіперпосилання».

12. У діалоговому вікні «Гіперпосилання» клацніть на стрілці вниз «Сторінка», а потім – на «Сторінка-2». Натисніть «ОК».

13. Діалогове вікно «Гіперпосилання» закриється, а в полі «Субадреса» діалогового вікна «Гіперпосилання» з'явиться текст «Сторінка-2».

14. Закрийте діалогове вікно «Гіперпосилання», натиснувши «ОК».

15. Затримайте покажчик миші поверх фігури «Головні спеціалісти за підрозділами». Покажчик показує, що з фігурою пов'язане гіперпосилання. Спливаюча підказка визначає ім'я посилання як «Сторінка-2».

16. Клацніть правою кнопкою миші на фігурі «Головні спеціалісти за підрозділами», а потім у контекстному меню клацніть на «Сторінка-2», відобразиться друга сторінка діаграми.

17. У полі «Тема організаційної діаграми» клацніть на стрілці вниз, виберіть «Модна», а потім натисніть «ОК». Visio змінить тему оформлення усіх сторінок діаграми.

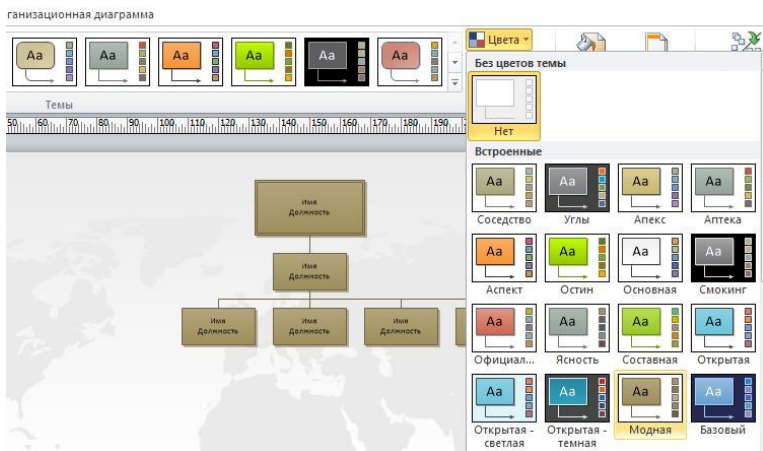


Рис. 2.11. Зміна теми організаційної діаграми

18. Клацніть правою кнопкою миші на сторінці діаграми і в контекстному меню виберіть «Кольорові схеми». Відкриється діалогове вікно «Колірні схеми».

19. Виберіть схему «Кава» і натисніть «ОК». Колірна схема усіх сторінок діаграми зміниться.

20. Клацніть на трафареті «Підложки», а потім перетягніть на сторінку документа фігуру «Карта Світу». На сторінку документа додається фонові фігура.

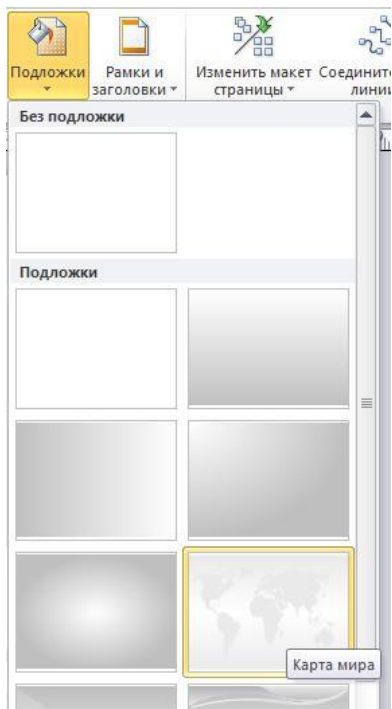


Рис. 2.12. Зміна підложки організаційної діаграми

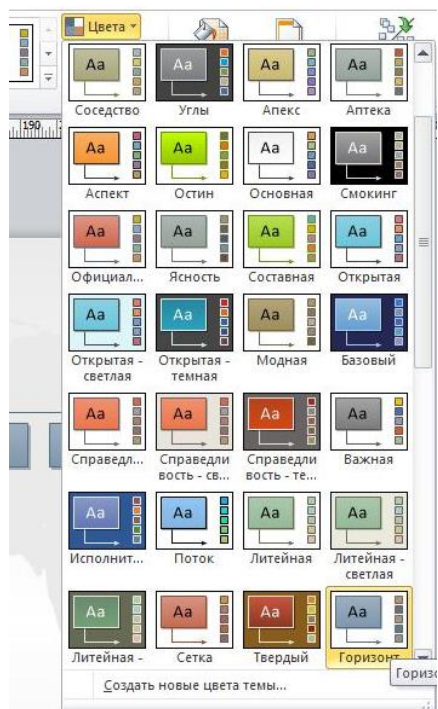


Рис. 2.13. Зміна колірної схеми фігур організаційної діаграми

21. Клацніть на вкладці «Сторінка-1», щоб повернутися на першу сторінку діаграми. Зверніть увагу, що перша сторінка діаграми не містить фону.

22. У меню Файл виберіть пункт «Параметри», а потім вкладку «Загальні».

23. У полі «Колірна схема» клацніть на стрілці вниз, а потім виберіть «Синя» і натисніть «ОК».

24. У меню «Головна» виберіть пункт «Виділити все», щоб виділити усі фігури на сторінці документа.

25. Перетягніть одну з фігур, щоб перемістити усі фігури відразу, і відцентруйте їх на сторінці.

26. Клацніть правою кнопкою миші на сторінці діаграми, а потім в контекстному меню клацніть на «Кольори» і відкрийте діалогове вікно «Кольори».

27. Виберіть у діалоговому вікні схему «Горизонтально» і натисніть «ОК». Колірна схема фігур діаграми зміниться.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Як створити організаційну діаграму?
2. Як додати фігури на організаційну діаграму?
3. Як змінити розташування фігур на організаційній діаграмі?
4. Як перемістити відділ на нову сторінку і зберегти його синхронізацію з оригінальною сторінкою?
5. Як додати гіперпосилання з фігури на іншу сторінку в межах одного файлу малюнка?
6. Як застосувати до організаційної діаграми тему?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

**Тема:** Збереження і відображення в організаційних діаграмах додаткової інформації.

**Мета роботи:** навчитися створювати бази даних у вигляді графічних елементів.

### КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

У будь-якій діаграмі Visio 2013 разом із фігурами можна зберегти і деякі дані. В організаційних діаграмах додаткові дані використовуються для звітів, посилань або як текст фігур діаграми, який детальніше описує співробітника. Отже, Visio дає можливість створювати свого роду базу даних, в якій дані зберігаються у вигляді графічних елементів, а не звичайних записів. У фігурах організаційних діаграм найчастіше використовується така інформація: «Ім'я співробітника», «Посада», «Керівник», «Відділ», «Телефон» та інше. Властивості «Ім'я співробітника» і «Посада» за замовчуванням відображаються у фігурах діаграми. Інші дані фігури зберігаються у фігурах, але не відображаються на діаграмах.

Проглянути приховані дані додаткових властивостей можна за допомогою вікна «Додаткові властивості», або клацнувши на фігурі правою кнопкою миші і вибравши в контекстному меню «Властивості».

### ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Завантажити організаційну діаграму, створену в попередній лабораторній роботі.
2. За допомогою діалогового вікна «Додаткові властивості» задайте властивості фігур (рис. 3.1). Щоб відкрити діалогове вікно «Додаткові властивості», клацніть на фігурі правою кнопкою миші, а потім у контекстному меню виберіть «Властивості».

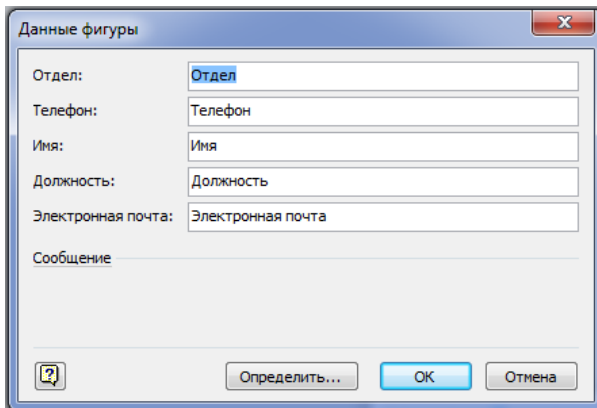


Рис. 3.1. Диалоговое окно «Дані фігури»

3. Для перегляду властивостей фігури необхідно активізувати меню «Властивості», команду «Визначити» і обрати пункт «Дані фігури».

4. Для створення нової додаткової властивості в діалоговому вікні «Дані фігури» клацніть на кнопці «Визначити». З'явиться діалогове вікно «Визначення даних фігури» (рис. 3.2), в якому необхідно активізувати кнопку «Створити».

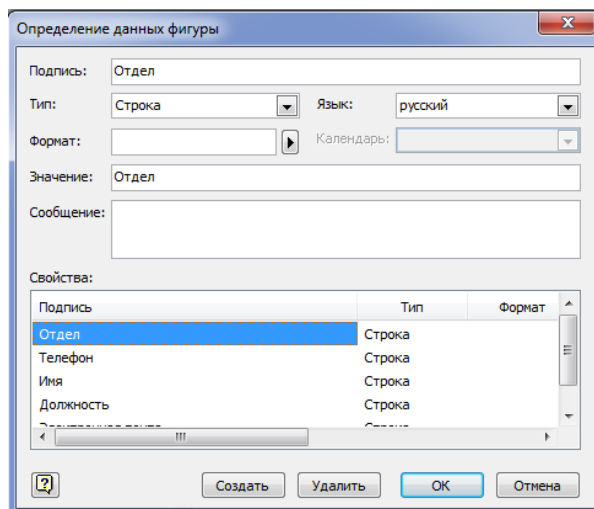


Рис. 3.2. Визначення даних фігури

5. Для фігур організаційної діаграми задайте такі властивості: ім'я керівника, посада, E-mail за допомогою діалогового вікна «Дані фігури», заповнивши поля «Підпис», «Тип», «Формат».

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Як задати властивості для фігур організаційної діаграми?
2. Як переглянути властивості для фігур організаційної діаграми?
3. Як додати інформацію в текстові блоки фігури на організаційній діаграмі?
4. Як відформатувати інформацію, що показується у фігурах організаційної діаграми?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

**Тема:** Інтеграція візуальних засобів та джерел даних.

**Мета роботи:** освоєння та набуття практичних навичок інтеграції візуальних засобів Microsoft Visio і джерел даних на прикладі організаційної діаграми досліджуваного підприємства.

## КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Сьогодні багато організацій зберігають інформацію про трудові ресурси в електронному вигляді. За допомогою шаблону «Майстер організаційних діаграм» можна створити діаграму, імпортувавши інформацію про співробітників, вже збережену в корпоративних джерелах даних, таких як бази даних або файли даних. При зміні організаційної структури можна просто оновити діаграму – це економить масу часу, особливо у великих фірмах. Є можливість імпортувати дані з таблиць Microsoft Office Excel (.xls), текстових файлів (.txt), директорій Microsoft Office Exchange Server, баз даних Microsoft Office Access (.mdb) або будь-яких додатків баз даних, сумісних з ODBC (Open Data Base Connectivity).

Щоб шаблон «Майстер організаційних діаграм» міг працювати, джерело даних має бути правильно відформатованим і містити, як мінімум, дані, що визначають унікальні імена співробітників і менеджерів, перед якими вони звітують. У таблицях Excel поля даних, які можуть бути імпортовані для створення організаційної діаграми, представляють стовпці інформації. Наприклад, таблиця трудових ресурсів може включати стовпці, що містять список імен співробітників, менеджерів, відділи, посади, адреси e-mail, номери телефонів і номер приміщення.

При роботі з шаблоном «Майстер організаційних діаграм» спочатку треба вказати джерело даних для імпорту, потім визначити, які стовпці містять інформацію для організаційної діаграми. У звичайній діаграмі Visio використовує для визначення структури звітів поля «Ім'я співробітника» і Звітує перед «Ім'я менеджера». Це означає, що кожне ім'я співробітника в джерелі даних повинно бути пов'язане з ім'ям менеджера, якому він передає свої звіти (за винятком людини, що знаходиться на вершині діаграми). Наприклад, якщо співробітник звітує перед менеджером, то джерело даних має включати цю інформацію з тим, щоб Visio міг коректно структурувати організаційну діаграму.

Далі треба вибрати поля даних, які будуть включені в організаційну діаграму, і визначити додаткові поля, які потрібно імпортувати як додаткові властивості. Додаткові властивості – це категорії інформації, яка зберігається в кожній фігурі і пов’язана з її даними. Наприклад, фігура **Менеджер** може містити додаткову властивість **Телефон**, і тоді номер телефону буде даними додаткової властивості. Дані додаткових властивостей можуть не відображатися в діаграмі, але вони є додатковою інформацією про кожного зі співробітників. Наприклад, додаткові дані фігури – Ім’я, Менеджер, Відділ, Посада, Адреса e-mail, Номер телефону і Номер офісу. Проте організаційна діаграма може відображати лише ім’я і посаду кожного співробітника. Додаткові дані можна переглянути у вікні Visio Додаткові властивості, але вони не відображаються в організаційній діаграмі.

### ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. У Microsoft Excel підготуйте таблицю з даними досліджуваного підприємства і збережіть її під ім’ям Персонал.xls у своїй робочій папці для виконання практичних робіт з Visio.

Співробітник	Посада	Керівник	Відділ	Телефон	E-mail	Дата народження
Іванов І. І.	Директор			123-45-67	iv@mail.ua	12.08.1960
Петров П. П.	Заступник директора	Іванов І. І.		123-45-68	pt@mail.ua	08.07.1963
Павлов П. П.	Водій	Іванов І. І.	Загальний	123-45-11	pv@mail.ua	25.03.1969
Сергієнко С. С.	Охоронник	Іванов І. І.	Загальний	123-34-12	sr@mail.ua	17.06.1969
Коваленко К. К.	Комірник	Петров П. П.	Продажу	123-45-14	kv@mail.ua	23.09.1975
Сидоров С. С.	Головний бухгалтер	Петров П. П.	Бухгалтерія	123-45-69	sd@mail.ua	12.10.1967
Яковлев Я. Я.	Менеджер	Петров П. П.	Продажу	123-34-13	yk@mail.ua	19.03.1972

2. Запустіть на виконання Microsoft Visio. Активізуйте шаблон «Майстер організаційних діаграм». Шаблон «Майстер організаційних діаграм» відкриве нову сторінку діаграми, три трафарети і першу сторінку «Майстра організаційних діаграм».

3. На першій сторінці «Майстра організаційних діаграм» виберіть пункт «за даними з файлу або бази даних» і клацніть по кнопці «Далі». З’явиться наступна сторінка майстра, яка просить вказати тип джерела даних, з якого проводиться імпорт.

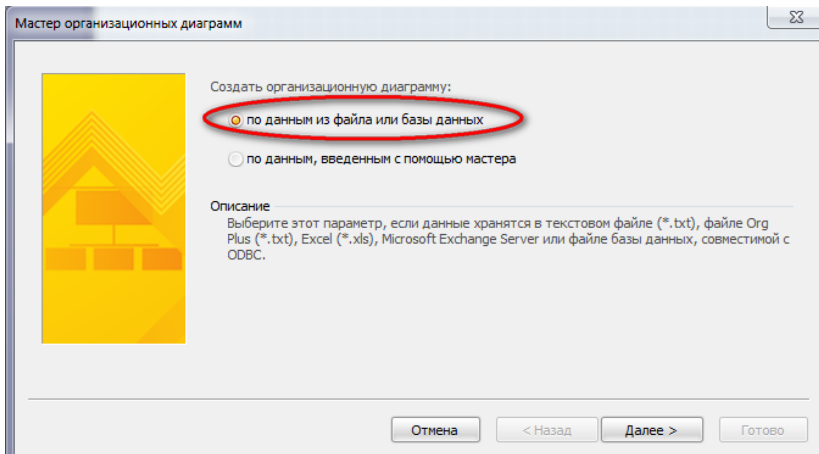


Рис. 4.1. Запуск мастера организационной диаграммы

4. Виберіть пункт «Текстовий файл, формат Org Plus (\*.txt) або файл Excel», а потім клацніть на кнопці «Далі». З'явиться наступна сторінка мастера, яка попросить вказати розташування файлу, який містить інформацію про організацію.

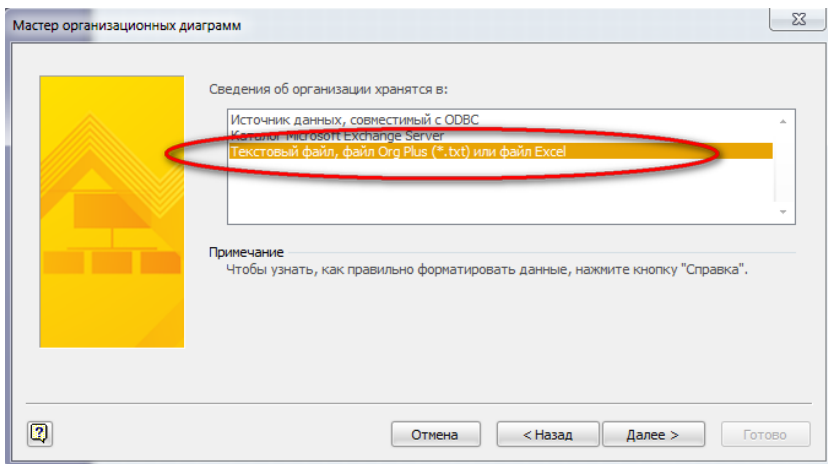


Рис. 4.2. Імпортування таблиці

5. У сторінці мастера клацніть по клавіші «Огляд», перейдіть у папку для виконання практичних робіт з Visio, а потім виконайте подвійне клацання по створеному в пункті 1 файлу Персонал.xls. Майстер відобразить файл і шлях до нього. Клацніть по кнопці «Далі».



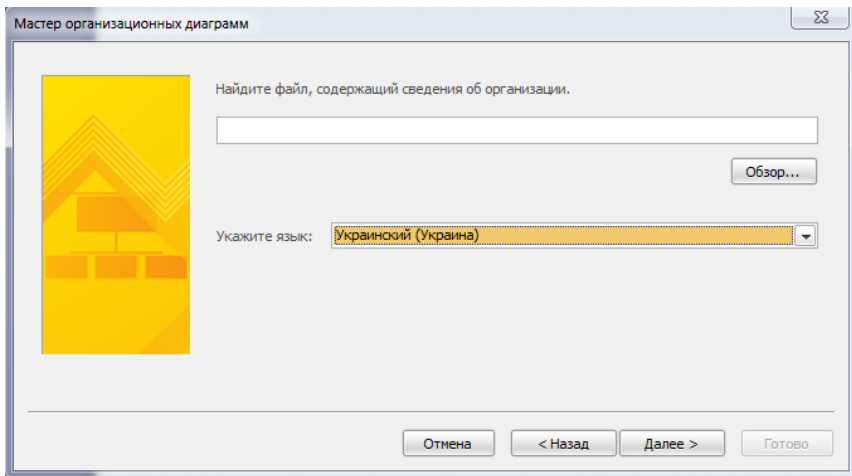


Рис. 4.3. Пошук файлу

6. З'явиться наступна сторінка майстра, яка пропонує вибрати стовпці таблиці, що визначають організаційну структуру. У полі «Ім'я» виберіть «Співробітник», а в полі «Керівник – Керівник» і клацніть по кнопці «Далі».

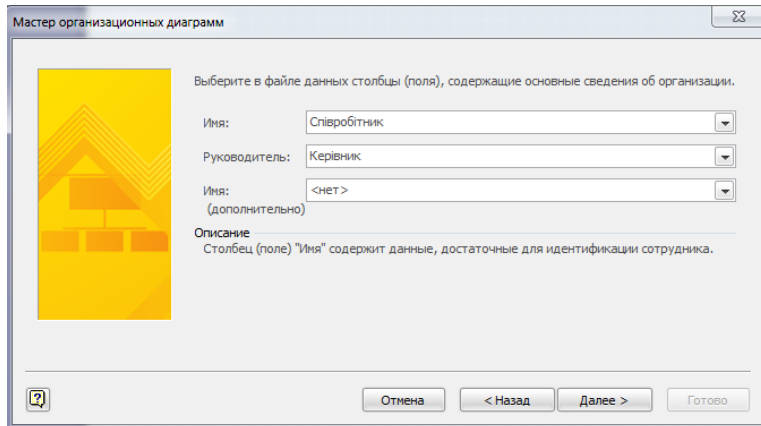


Рис. 4.4. Вибір основних даних організації

7. Наступна сторінка майстра пропонує вибрати поля, які потрібно відобразити в організаційній діаграмі. Необхідно обрати наступні відображувані поля: «Співробітник» і «Посада», а потім клацнути по кнопці «Далі».

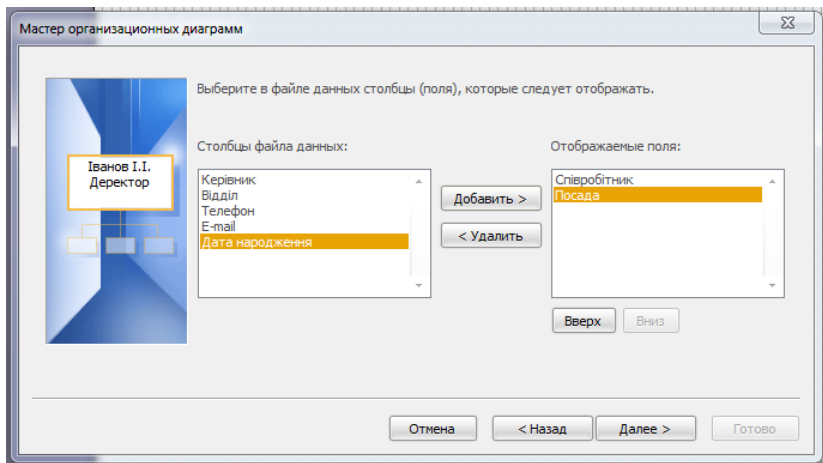


Рис. 4.5. Добавання стовбців

8. У полі Стовбці файла даних клацніть на «Відділ», а потім – на кнопці «Додати», щоб перемістити поле «Відділ» в поле «Поля додаткових властивостей». Повторіть попередній крок, додавши у список поля «Телефон», «E-Mail», «Народився». Натисніть «Далі».

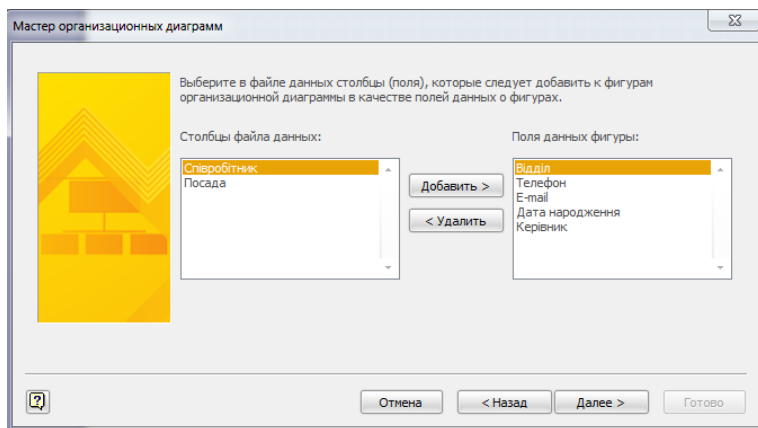


Рис. 4.6. Створення полів

9. З'явиться наступна сторінка майстра з питанням про те, чи потрібно, щоб Visio розділив організаційну діаграму на кілька сторінок. Виберіть опцію «Автоматично розбити організаційну діаграму на сторінки», а потім клацніть по кнопці «Готово».

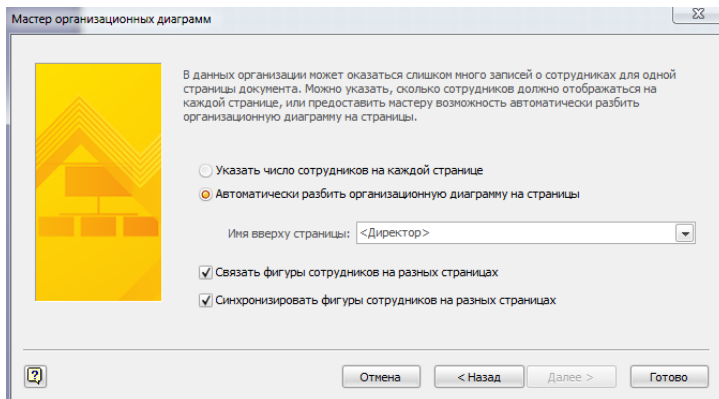


Рис. 4.7. Автоматичне відображення діаграми за допомогою Майстра організаційної діаграми

10. Відповідно до імпортованих даних буде створена організаційна діаграма. У вікні Visio додатково також з'являться пункт основного меню і панель інструментів «Організаційна діаграма».

Далі для побудованої організаційної діаграми досліджуваного підприємства здійснити модифікації аналогічні прикладу.

11. З трафарету «Фігури організаційної діаграми» перетягніть фігуру «Посада» і помістіть її точно поверх фігури «Сидоров С. С.». Visio розташує фігуру «Посада» нижче фігури «Сидоров С. С.» і намалює між ними конектор. Щоб більш ясно побачити фігури і їхній текст, може знадобитися змінити масштаб сторінки діаграми.

12. Залишивши фігуру виділеною, натисніть клавішу F2, щоб відкрити її текстовий блок. Введіть «Ковальова К. К.», натисніть «Enter», а потім введіть «Бухгалтер». Visio відобразить у фігурі ім'я та посаду співробітника.

13. З трафарету «Фігури організаційної діаграми» перетягніть фігуру «Кілька фігур» і помістіть її точно поверх фігури «Яковлев Я. Я.». У діалоговому вікні «Додавання кількох фігур» виберіть: «Кількість фігур – 3» та «Фігура – Посада», а потім клацніть по кнопці «ОК». Visio розташує горизонтально три знову додані фігури «Посада» нижче фігури «Яковлев Я. Я.».

14. По черзі, зліва направо, виконайте подвійне клацання по кожній зі знову доданих фігур і введіть у них, відповідно, «Співробітників» та їх «Посади»: Федоров Ф. Ф. – Ст. продавець, Миколаєва М. М. – Продавець, Васильєва В. В. – Продавець. Visio відобразить у фігурах імена та посади співробітників.

15. Для нових співробітників задайте властивості: E-mail і Телефон.

16. Для фігури «Яковлев Я. Я.» створіть синхронізовану копію та помістіть її на нову сторінку. На початковій сторінці приховуйте підлеглих. Для фігури «Яковлев Я. Я.» створіть гіперпосилання.

17. Змініть фон документа та колірну гаму.

18. Клацніть на трафареті «Рамки і заголовки», а потім перетягніть на сторінку документа фігуру «Блок заголовка з компасом». Натисніть клавішу F2, щоб перейти в текстовий режим, і введіть назву компанії.

19. Виконайте команду «Організаційна діаграма – Експорт даних організації». У вікні діалогу «Експорт даних організації» вкажіть: Ім'я файлу – Персонал2.xls.

20. У Провіднику Microsoft Windows виконайте подвійний клік по створеному файлу Персонал2.xls. Запуститься додаток Microsoft Excel і відобразить таблицю, в якій інформація з кожної фігури організаційної діаграми Microsoft Visio представлена окремим рядком. Кожен рядок (запис) доповнений двома спеціальними стовпчиками (Полями): Унікальний код і Зразок фігури. Перший із них містить унікальну інформацію про кожного співробітника, наприклад, табельний номер, номер студентського квитка (залікової книжки) або персональний код платника податків; другий – порядковий номер зразка фігури на трафареті фігури організаційної діаграми.

21. Щоб зберегти створену діаграму, виконайте команду Файл → Зберегти. У вікні, що розкрилося, вкажіть ім'я файлу – Персонал2.vsd, закрийте додаток Microsoft Visio.

### **Самостійне створення та імпорт даних в діаграми Автоматична побудова організаційних діаграм одночасно зі створенням файлу**

Створіть файл *Ваше\_прізвище ЛР\_4 – Імпорт.vsd*, назвіть лист своїм прізвищем. Побудуйте на ньому організаційну діаграму підприємства відповідно до Вашого варіанта. Для цього створіть у процесі її побудови файл структури підприємства в Excel. При заповненні даних у файлі Excel допишіть до назви одного з підрозділів (відділів, посад) своє прізвище і зробіть скриншот.

Скриншот вікна Excel вставте на окремий лист файлу Visio.

У побудованій організаційній діаграмі:

- перевірте відповідність структури умові завдання. У разі потреби добийтеся відповідності, внісши зміни в креслення;
- додайте до головного блоку діаграми будь-який рисунок або фотографію;
- добийтеся оптимального розташування блоків і діаграми на листі.

Перевірте оформлення роботи (підписи листів і діаграм, зазначення свого прізвища й номера варіанта на титулі тощо).

## Додаткове завдання. Структура підприємства

Відобразіть засобами Visio організаційну структуру підприємства відповідно до номера Вашого варіанта, адаптуйте схему для:

- 1) будівельної компанії;
- 2) житлово-комунального підприємства;
- 3) автотранспортного підприємства;
- 4) фірми з організації вантажоперевезень;
- 5) виробничого підприємства;
- 6) вищого навчального закладу (академії);
- 7) школи;
- 8) великої міжнародної корпорації;
- 9) готельного комплексу;
- 10) фірми-розробника програмного забезпечення;
- 11) лікарняного комплексу;
- 12) торговельного підприємства;
- 13) телерадіокомпанії;
- 14) спортивно-оздоровчого комплексу;
- 15) сільськогосподарського концерну;
- 16) поліграфічного комбінату;
- 17) нафтопереробного підприємства;
- 18) газотранспортного консорціуму;
- 19) логістичного центру;
- 20) сервісного центру обслуговування;
- 21) консалтингової компанії;
- 22) ІТ-компанії;
- 23) розважального центру;
- 24) видавництва;
- 25) інформаційного агентства.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які обов'язкові поля повинна містити таблиця, щоб на її основі можна було створити організаційну діаграму?
2. Як створити організаційну діаграму на основі інформації про співробітників?
3. Чи вся імпортована інформація відображається на організаційній діаграмі?
4. Які додаткові елементи інтерфейсу з'являються в Microsoft Visio при роботі з організаційними діаграмами?
5. Як додати нові фігури на організаційну діаграму?
6. Як видалити фігуру з організаційної діаграми?

7. Які трафарети відкриваються при роботі з організаційними діаграмами?
8. Як відредагувати імена та посади на фігурах організаційної діаграми?
9. Як змінити параметри шрифту фігур організаційної діаграми?
10. Як відобразити або, навпаки, приховати розділову лінію після імені співробітника у фігурі організаційної діаграми?
11. Які операції можна виконувати за допомогою панелі інструментів «Організаційна діаграма»?
12. Які операції можна виконувати за допомогою вікна діалогу «Упорядкування підлеглих»?
13. Для чого призначені синхронізовані копії організаційних діаграм?
14. Як створити синхронізовану копію організаційної діаграми?
15. Для чого призначена зміна компоновання організаційної діаграми?
16. Як змінити вигляд організаційної діаграми?
17. Як відобразити або, навпаки, заховати підлеглих?
18. Як створити гіперпосилання на іншу сторінку організаційної діаграми?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

**Тема:** Моделювання діяльності підприємства за допомогою діаграм потоків робіт.

**Мета роботи:** освоєння та набуття практичних навичок створення діаграм потоків робіт у Microsoft Visio.

## ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Workflow diagramming – методологія моделювання, що використовує графічний опис потоків (інформаційних, матеріальних тощо), взаємин між процесами й об'єктами, що є частиною цих процесів.

Схематичне відображення у вигляді діаграми потоків концептуальної моделі підприємства, що описує укрупнені бізнес-процеси (мегапроцеси), забезпечує розуміння загальних стосунків між усіма бізнес-процесами та їх учасниками (рис. 5.1).

Діаграми потоків можна застосовувати і при послідовній декомпозиції процесів від загального до часткового – відповідно до структурного підходу до організації управління. Тоді ці діаграми описують окремі бізнес-процеси підприємства або напрями діяльності організації (наприклад, виробництво, збут, постачання, фінанси тощо) (рис. 5.2.).

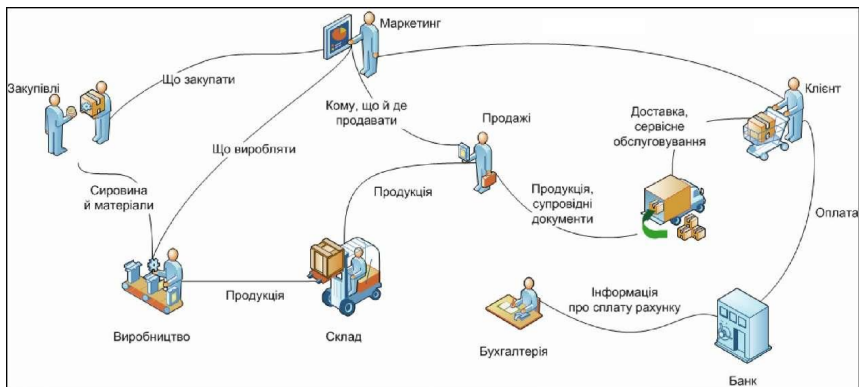


Рис. 5.1. Концептуальна модель підприємства (діаграма потоків)



Рис. 5.2. Діаграма потоків робіт для процесу «Оприбуткування товару»

За допомогою діаграм потоків робіт можна описувати також сценарії дій співробітників організації, наприклад, послідовність обробки замовлення або підбору кадрів, процедури тестування продукції і так далі. Проте для цих цілей частіше застосовують спеціалізовані діаграми, наприклад, діаграми послідовності або карти процесу (перехресно-функціональні діаграми).

Для побудови WFD-схем у Visio є шаблон *Схема робочого процесу* (категорія *Блок-схема*). Він надає 3 основних трафарети – *Відділ*, *Об'єкти робочого процесу* і *Кроки робочого процесу*.

Ці набори майстер-шейпів містять різноманітні фігурки об'єктів та етапів процесів (рис 5.3–5.5).

Крім того, в поставку програми входить трафарет *Фігури схеми робочого процесу* (рис. 5.6). Команда його відкриття належить до *розділу* Бізнес / Бізнес-процес.

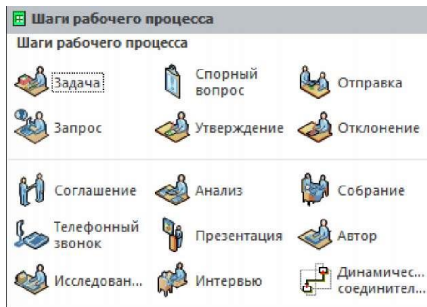


Рис. 5.3. Трафарет «Кроки рабочего процесу»

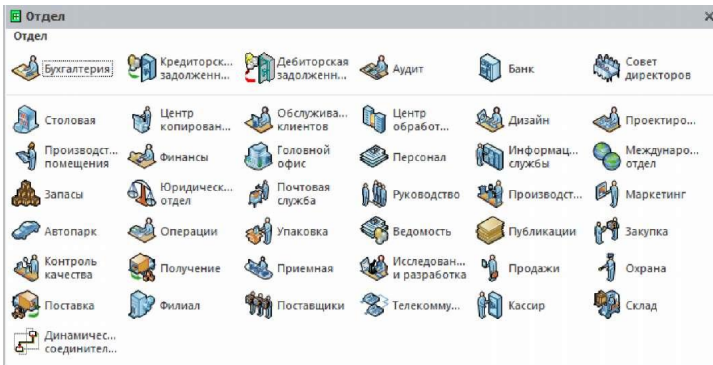


Рис. 5.4. Трафарет «Відділ»

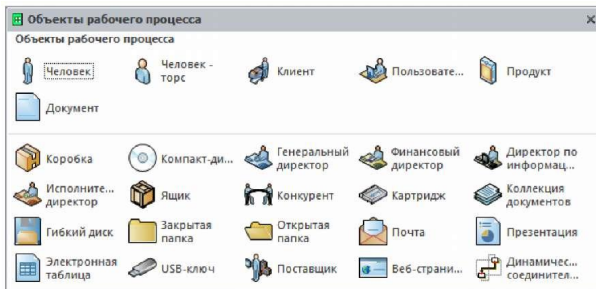


Рис. 5.5. Трафарет «Об'єкти рабочего процесу»



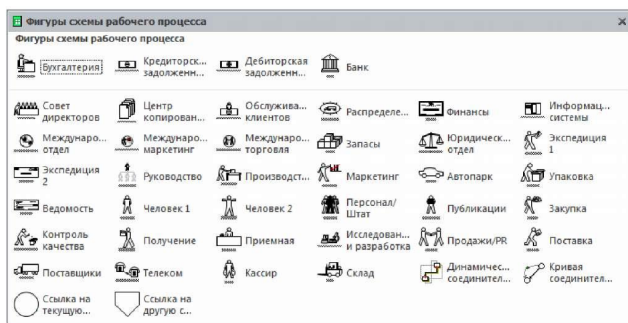


Рис. 5.6. Трафарет «Фігури схеми робочого процесу»

Багато фігур MS Visio мають задалегідь визначені дані, *призначені для користувача* (часто їх називають *призначеними для користувача властивостями*). Вони дають змогу зберігати для кожної фігури додаткову інформацію порівняно з відображеною на кресленні.

Це можуть бути, наприклад, дані про вартість і тривалість етапів робіт і їх виконавців; просторові дані й відомості про призначення і вартість об'єктів на офісних планах; для організаційних діаграм можна зберігати адреси, телефони та іншу інформацію про співробітників (рис. 5.7).

Данные фигуры - Автоклав X		Данные фигуры - Прямая лестница X		Данные фигуры - Листопадное дерево... X	
Описание	вакуумный	Длина лестничного марша (минимум 250 mm)	250 mm	Обычное название	Дуб черешчатый
Материал	сталь	Ширина лестницы (минимум 300 mm)	300 mm	Тип листьев	лопастный
Изготовитель	TechnoCom	Количество ступенек (максимум 1)	1		
Модель	WA-4690	Скрыть поручни			
Тип автоклава	Ножевой	Скрыть разрыв лестницы			
С двигателем	Ножевой Винтовой Пропеллерный				

Рис. 5.7. Вбудовані дані різних фігур, призначені для користувача

Для майстер-шейпів трафарету *Фігури схеми робочого процесу* передбачені властивості *Вартість*, *Тривалість*, *Ресурси* (рис. 5.8).



Данные фигуры - Экспедиция 1 X	
Стоимость	150,00 грн.
Длительность	2
Ресурсы	Видііл доставки

Рис. 5.8. Призначені для користувача дані фігур трафарету «Фігури схеми робочого процесу»

Однак майстер-шейпи багатьох трафаретів не містять вбудованих даних.

Збережені дані можна відображати на кресленні, використовувати в розрахунках або передавати для інших застосувань за допомогою механізмів експорту / імпорту або механізмів побудови звітів.

Така можливість докорінно відрізняє MS Visio від багатьох інших програм або надбудов для візуалізації даних. Завдяки їй MS Visio є не просто графічним редактором, а має певні риси бази даних. Крім того, наявність в об'єктах властивостей (даних), призначених для користувача, дає змогу також керувати поведінкою цих об'єктів на рисунку.

Проглянути й змінити призначені для користувача властивості можна за допомогою команди контекстного меню фігури *Дані / Дані фігури*. Буде відкрито панель, яку можна «пришвартувати» до будь-якого краю вікна. В панелі відображаються властивості тієї фігури, яка на цей момент виділена на кресленні (рис. 5.9).

На стрічці для відкриття цієї панелі є кнопка *Вид / Области завдань / Дані фігури*

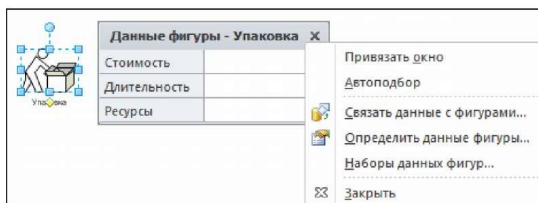


Рис. 5.9. Контекстне меню панелі даних фігури

Перелік і формат полів (призначених для користувача властивостей) можна змінювати за своїм бажанням. Для цього в контекстному меню панелі даних слугує команда *Визначити дані фігури* – вона відкриває вікно визначення властивостей (рис. 5.10).

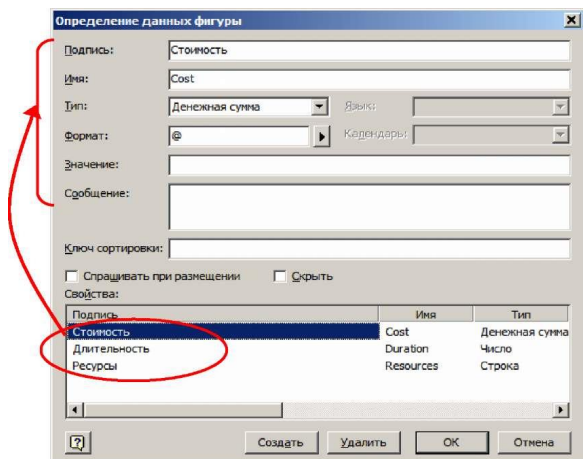


Рис. 5.10. Вікно визначення призначених для користувача даних

У нижній частині вікна відображаються властивості, наявні у фігури. При установці курсору на одну з них – у верхній частині вікна відображаються її деталі: назва, тип і формат даних, заповнене значення, спливаюче повідомлення. Будь-яку характеристику можна змінити.

Для додавання нових і видалення наявних властивостей внизу вікна є відповідно кнопки *Створити* і *Видалити*.

### Приклад створення діаграми потоків робіт

Відобразимо у вигляді діаграми потоків робіт процес внесення коригувань до бюджету певної компанії.

Процес складається з таких кроків: управління продажів надає до планово-економічного відділу (ПЕВ) інформацію за цінами та прогноз продажів, після чого погоджує з ним коригування в бюджеті продажів. Управління ЗЕД надає до ПЕВ інформацію за цінами закупівель і погоджує коригування в бюджеті закупівель. Потім вносять корективи до своїх бюджетів інші управління. На підставі цих даних ПЕВ коригує бюджет основної діяльності. За інформацією, наданою від інших управлінь, ПЕВ вносить зміни до бюджету по інвестиціях і розвитку. Відділ управлінського обліку коригує операційний бюджет, фінансовий бюджет, бюджет управлінських витрат і надає ці відомості в ПЕВ, який здійснює коригування бюджету руху грошових коштів і графіка платежів. Сформовані документи надають на затвердження правлінню компанії.

1. Створимо файл *Visio* на базі шаблону *Схема робочого процесу* (розділ *Блок-схема*). Перейменуємо лист, збережемо файл.

2. Для виконавців процесу використовуємо майстер-шейпи трафарету *Відділ* (наприклад, *Закупівлі*, *Продажу*, *Операції*, *Керівництво*, *Бухгалтерія*, *Рада директорів*). Ті з них, що використовуватимуться неодноразово, перемістимо в трафареті на перші 4 позиції (наприклад, *Операції* для відображення ПЕВ та ін.).

3. Розмістимо на листі фігуру *Продажі* для управління продажів. Затримаємо над фігурою покажчик миші і виберемо серед значків однієї зі стрілок фігуру *Операції* (для ПЕВ). У результаті фігура *Операції* має бути додана на лист і пов'язана з першою фігурою *Продажі*.

4. Розмістимо, зв'яжемо і підпишемо інші фігури відповідно до наведеного вище опису робіт. При з'єднанні фігур вручну використовуємо динамічний конектор, що входить до складу трафарету *Відділ*.

За допомогою кнопки стрічки *Головна / Лінія / Стрілки* виберемо правильний напрям стрілок. Наприклад, між першими парами фігур *Закупівлі* – *Операції* і *Продажі* – *Операції* стрілки мають бути двонаправленими, що свідчить про узгодження змін.

За допомогою цієї ж кнопки (команда *Інші стрілки*) зробимо ці стрілки більшими і збільшимо товщину ліній.

5. Змістимо написи фігур так, щоб вони не заважали читанню креслення (рис. 5.11).

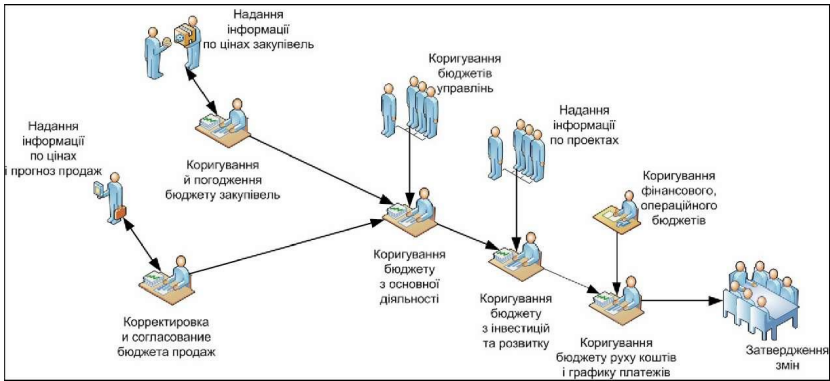


Рис. 5.11. Діаграма потоків робіт

6. Оскільки Visio не пропонує для фігур трафарету *Відділи* вбудованих користувачських даних, додамо їх самостійно. Для цього відкриємо панель даних (кнопка стрічки *Вид / Області задач / Дані фігури*).

Виділимо всі фігури персоналу на кресленні і виберемо в контекстному меню панелі команду *Визначити дані фігури*. У вікні, що відкрилося, перевизначимо *Властивість* у *Тривалість* (тип даних – *Тривалість*, формат – *Дні*). За допомогою кнопки *Створити* цього ж вікна створимо властивість *Виконавці* (тип даних – *Рядок*). Закриємо вікно визначення даних фігури. У властивостях кожної фігури вкажемо тривалість робіт і найменування виконавців (рис. 5.12).



Рис. 5.12. Заповнення властивостей фігур діаграми потоків робіт

7. Для побудованої діаграми потоків робіт можна сформувавши звіт із переліком робіт, їх термінами й відповідальними за них і передати його, наприклад, в Excel для подальшого контролю за виконанням. Виведемо такий звіт у фігуру Visio, – тоді поряд з діаграмою відображатиметься список виконавців кожної роботи.

У меню *Рецензування / Звіти про фігури* виберемо звіт *Блок-схема* і за допомогою кнопки *Змінити* злегка змінимо його: на 2-му кроці майстра залишимо обраними тільки поля *Текст*, який відображається, *Тривалість*, *Виконавці*. На останньому 4-му кроці збережемо модифікований звіт у самому файлі рисунка (опція *Зберегти в цьому документі*).

Запустимо створений звіт (кнопка *Виконати*), виберемо в процесі запуску вивід у фігуру *Visio*. В результаті поряд із діаграмою отримаємо список робіт, їх виконавців і термінів виконання (рис. 5.13).

<b>Ведомость</b>			
<b>Отображаемый текст</b>	<b>Длительность</b>	<b>Исполнители</b>	<b>Количество</b>
Коригування бюджетів управління	1 дн.	Управління (менеджери проєктів)	1
Надання інформації по цінах закупівель	1 дн.	Управління ЗЕД	1
Надання інформації по цінах і прогноз продаж	2 дн.	Управління з продажів	1
Коригування бюджету з основної діяльності	1 дн.	ПЕВ	2
Коригування й погодження бюджету закупівель	2 дн.	ПЕВ	3
Коригування бюджету з інвестицій та розвитку	1 дн.	ПЕВ	1
Надання інформації по проєктах	1 дн.	Управління (менеджери проєктів)	3
Коригування бюджету руху коштів і графіку платежів	1 дн.	ПЕВ	1
Коригування фінансового, операційного бюджетів	3 дн.	Відділ управлінського обліку	2
Затвердження змін	1 дн.	Правління	3

Рис. 5.13. Звіт, побудований на підставі діаграми потоків робіт

## ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

**1.** Запустіть MS Visio, оберіть шаблон *Схема робочого процесу* (категорія *Блок-схема*). Відкрийте додатково трафарет *Фігури схеми робочого процесу* (розділ *Бізнес / Бізнес-процес*).

**2.** На аркуші Visio альбомної орієнтації *Мегапроцеси* відтворіть схему концептуальної моделі процесів підприємства (див. рис. 5.1). Добийтеся читабельності рисунка та його цілісності (використайте за необхідності склеювання, угруповання тощо).

**3.** На аркуші *Варіант 1(2...)* побудуйте WFD-діаграму мегапроцесів підприємства відповідно до свого варіанту.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Для чого використовується діаграма потоків робіт *Workflow diagram*?
2. Що описують призначені для користувача дані (властивості) фігури?
3. Як створюються призначені для користувача дані (властивості) фігури?
4. Як змінюються призначені для користувача дані (властивості) фігури?
5. Що описує концептуальна модель підприємства?
6. Які шаблони та трафарети використовуються для створення діаграм потоків робіт у Visio?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

**Тема:** Графічний спосіб задання топологій систем.

**Мета:** вивчити візуальне середовище для роботи з графами.

### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Програма Графоаналізатор – візуальне середовище для роботи з графами. Графоаналізатор не тільки надає можливість створювати і обробляти графи, але візуально відображати результати роботи алгоритмів. Середовище підтримує роботу з орієнтованими і простими графами, навантаженими і ненавантаженими. Програма реалізує безліч алгоритмів для обробки графів, починаючи від пошуку шляху і закінчуючи перевіркою на планарність. Графоаналізатор – це незамінний помічник для вирішення завдань за допомогою графів.

### Задання графа

Перша операція, яку необхідно виконати – це задати граф, з яким ви будете працювати. Основні етапи задання графа:

- 1) створення графа і вибір його типу;
- 2) додавання вершин і дуг графа;
- 3) налаштування зовнішнього вигляду.

### Створення графа

Для створення графа спочатку необхідно вибрати його тип. На рис. 6.1. приведена форма створення графа.

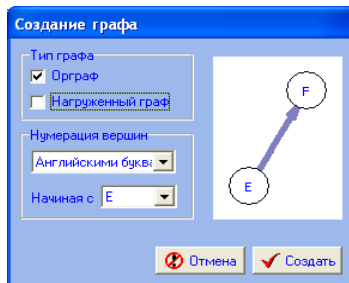


Рис. 6.1. Форма створення графа

Якщо встановити галочку «Орграф», тоді граф буде орієнтованим. Якщо встановити галочку «Навантажений граф», граф буде навантаженим.

Щоб створити граф, необхідно викликати меню «Створити».

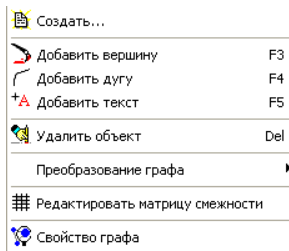


Рис. 6.2. Меню програми «Граф»

### Збереження графа

Для збереження графа з метою його подальшого використання необхідно вибрати пункт меню «Файл» – «Зберегти граф».

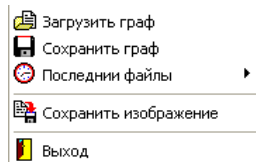


Рис. 6.3. Зображення меню «Файл»

У результаті у файлі буде збережено граф, його тип, позицію вершин, позиції і значення написів. Також у меню зберігаються послідовності файла графа, з яких ви працювали.

### Збереження візуального представлення

Для збереження візуального представлення графа необхідно вибрати пункт меню «Граф» – «Зберегти зображення». У результаті у файлі буде збережено, те що зображено в робочій області.

### Завантаження графа

Для відновлення роботи з раніше збереженим графом необхідно завантажити граф, використовуючи меню «Файл» – «Завантажити граф».

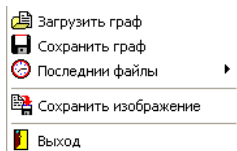



Рис. 6.4. Зображення меню «Файл»

Всі дані графа, які раніше використовувалися, будуть втрачені.

## Додавання вершини

Додавання вершини можна зробити кількома методами:

1. Використовуючи гарячу клавішу «F3». 
2. Використовуючи нопку на панелі.



3. Використовуючи пункт з меню Граф.

Варто відзначити, що вершина буде додана у випадкову позицію робочої області. Якщо у вигляді нумерації вершин обрана нумерація, що задається користувачем, то також буде необхідно ввести назву вершини.

## Додавання дуги

Додавання дуги можна зробити кількома методами:

1. Використовуючи пункт меню з меню «Граф».

Після необхідно ввести номер вершини, з якої йтиме дуга і в яку прийде. Також можна використовувати гарячу клавішу «F4».

2. Другий метод – це графічний. Спочатку необхідно виділити вершину, клікнувши на неї лівою клавішею мишки, потім натиснути правою кнопкою по другій вершині і з контекстного меню вибрати «Креслити дугу». Для спрощення можна використовувати режим конструктора.

3. Редагувати матрицю суміжності введенням значення у відповідну клітинку.



В	1	2	3	4
1	0	1	0	0
2	1	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0

Рис. 6.5. Матриця суміжності

## ЗАВДАННЯ 1

**Пошук найдешевшого варіанта прокладки проводки. Пошук найдешевшого варіанта з'єднання доріг.**

При будівництві доріг або при прокладці кабелів може існувати кілька шляхів сполучення, але необхідно це зробити одним певним способом. Причому, бажано, щоб обраний спосіб був найбільш економічним з погляду часових чи грошових затрат.



Розглянемо прокладання комп'ютерної мережі на прикладі корпусів ВНАУ і підлеглого коледжу ТПК.

Нам необхідно з'єднати всі корпуси за оптимальним шляхом і витратити на це найменшу кількість коштів.

Для того, щоб побудувати граф із вершинами, які ми можемо назвати, необхідно запустити Графоаналізатор 1.3 і вибрати:

- «Навантажений граф» (для того, щоб задавати значення дуги);
- «Нумерація вершин: Задається користувачем».

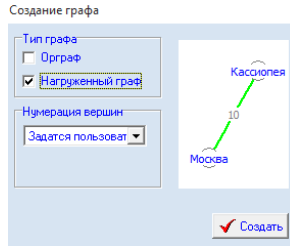


Рис. 6.6. Створення графа

Після вказаних вище дій з'явиться вікно програми:

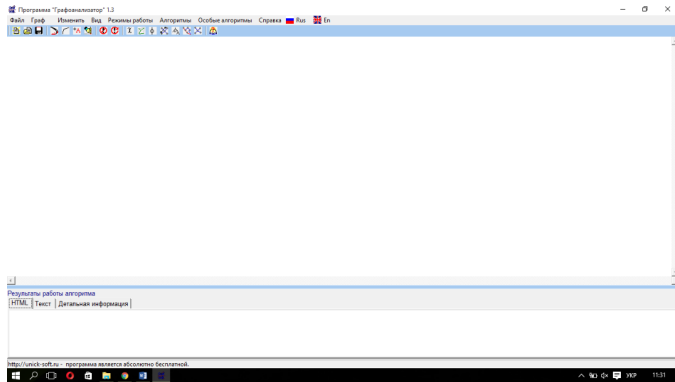



Рис. 6.7. Робоче вікно Графоаналізатора 1.3.

Далі нажимаємо клавішу: «Додати вершину» , або виконавши дії: Граф – Додати вершину:

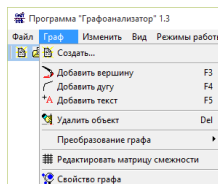


Рис. 6.8. Дадавання вершин графа

Після цього з'явиться нове вікно, де ми повинні вказати назву нашої вершини:

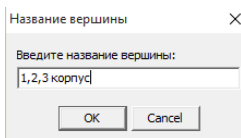


Рис. 6.9. Ведення назви вершини графа

Далі ми додаємо ще 3 вершини, які мають назви: «4 корпус», «5 корпус», «ТПК ВНАУ».

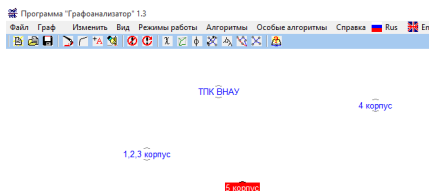



Рис. 6.10. Результат введення вершин

Після того, як ми додали вершини, ми створюємо дуги між вершинами, для цього натискаємо клавішу: «Додати дугу» , або комбінацію клавіш: Граф – Додати дугу:

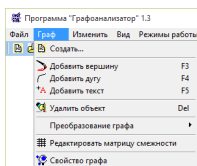


Рис. 6.11. Додавання дуги

Додаємо всі можливі дуги між нашими вершинами і задаємо їм значення:

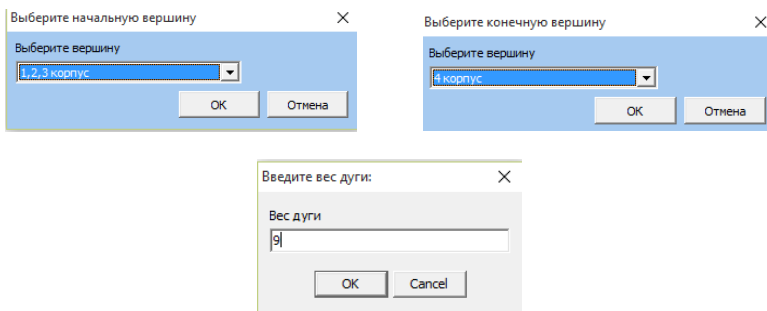


Рис. 6.12. З'єднання вершин за допомогою дуг

Після натискання клавіші «ОК» ми отримуємо дугу між вершинами «1, 2, 3, корпус» і «4 корпус», яка важить 9

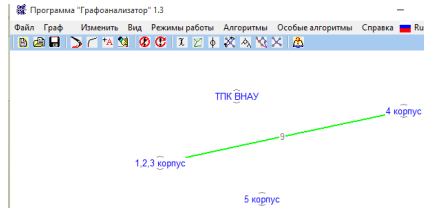


Рис. 6.13. Ведення дуги між вершинами

Аналогічно додаємо інші дуги

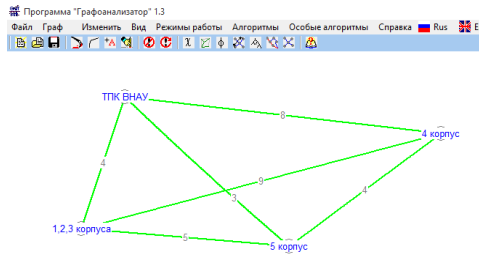


Рис. 6.14. Додавання решти дуг

Після усіх виконаних операцій обираємо «Алгоритми – Пошук мінімального оставного дерева»

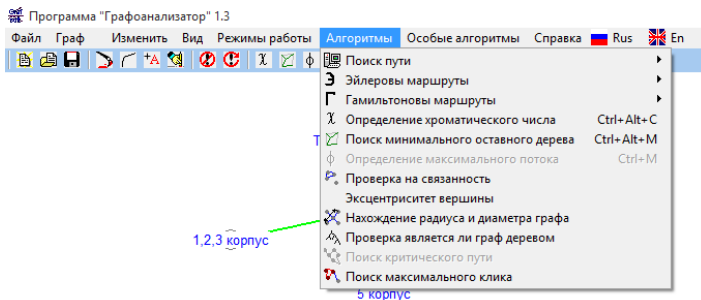


Рис. 6.15. Знаходження найоптимальнішого варіанта

Програма сама знайде найоптимальніший варіант для прокладання комп'ютерної мережі, який у нашому випадку становитиме 11.

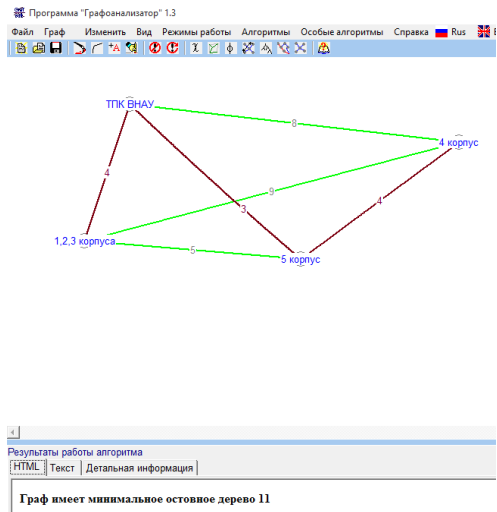


Рис. 6.16. Прокладений оптимальний шлях

## ЗАВДАННЯ 2

### Задача комівояжера

Задачу комівояжера розглянемо на прикладі коледжів ВНАУ. Припустимо, нам необхідно відвідати усі коледжі лише один раз.

Створюємо новий граф (тип графа не вказується):

– «Нумерація вершин: Задається користувачем».

Далі додаємо вершини, які називаються як коледжі ВНАУ, і дуги, які їх з'єднують, отримаємо:

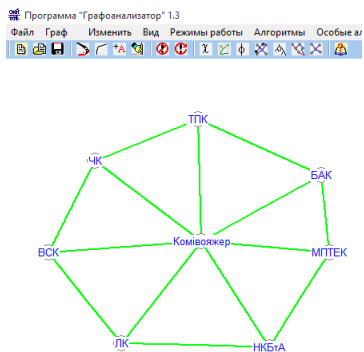


Рис. 6.17. З'єднані вершини

Натискаємо: «Алгоритми – Гамільтонові маршрути – Пошук шляху».

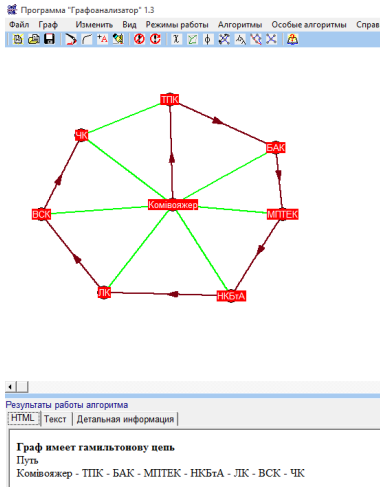


Рис. 6.18. Прокладений шлях

У цьому випадку шлях матиме вигляд: Комівояжер – ТПК – БАК – МПТЕК – НКБТА – ЛК – ВСК – ЧК.

### ЗАВДАННЯ 3

#### Задача про пошук мінімальних затрат при найманні працівників на роботу

Припустимо, що нам потрібно найняти працівників в call-центр. Їхніми обов'язками буде відповідати на дзвінки, зі свого боку кожен працівник згоден працювати в різний час за певну плату:

##### Працівник 1

- з 8 до 10 – за 100 гривень
- з 14 до 18 – за 500 гривень
- з 19 до 20 – за 50 гривень

##### Працівник 2

- з 8 до 12 – за 350 гривень
- з 15 до 20 – за 700 гривень

##### Працівник 3

- з 9 до 12 – за 290 гривень
- з 14 до 16 – за 190 гривень
- з 18 до 20 – за 250 гривень

##### Працівник 4

- з 10 до 14 – за 350 гривень
- з 16 до 19 – за 250 гривень

##### Працівник 5

- з 10 до 15 – за 700 гривень
- з 18 до 19 – за 70 гривень

Зобразимо наші дані у вигляді часової діаграми

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Час	з 8 до 9	з 9 до 10	з 10 до 11	з 11 до 12	з 12 до 13	з 13 до 14	з 14 до 15	з 15 до 16	з 16 до 17	з 17 до 18	з 18 до 19	з 19 до 20
2	Працівник	200 грн						500 грн				50 грн	
3	Працівник	350 грн								700 грн			
4	Працівник 2		290 грн					190 грн					
5	Працівник 3			350 грн					250 грн				
6	Працівник 4				700 грн						70 грн		
7	Працівник 5				700 грн						70 грн		

Рис. 6.19. Часова діаграма

Як бачимо із діаграм, альтернатив про найм кілька, тому тепер на основі цих даних побудуємо граф. Вершинами графа будуть мітки про кожен часовий проміжок, а дугами – варіанти оплати працівників.

Щоб вказати час, використаємо пункт меню «Додати текст» і натискаємо на потрібну вершину, з'являється вікно «Додати підказку», в якому ми вказуємо час.

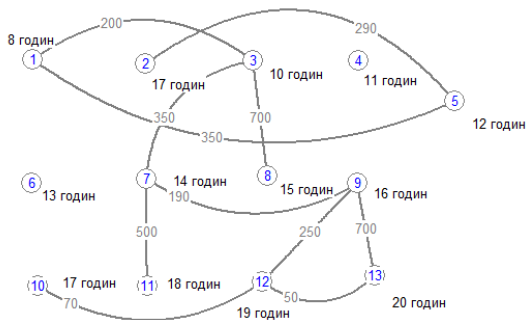


Рис. 6.20. Оцінка часових проміжків у Графоаналізаторі 1.3

Наступним кроком буде пошук найкоротшого шляху з першої вершини в останню, і ми визначимо мінімальні затрати.

Заходимо в пункт меню «Алгоритми», далі «Пошук найкоротшого шляху» і потрібний нам алгоритм.

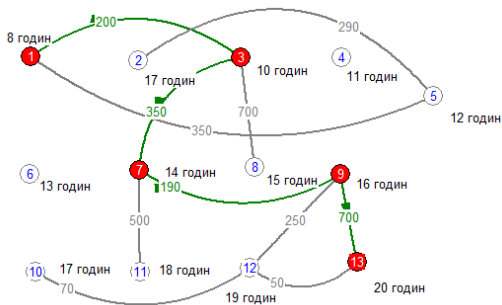


Рис. 6.21. Відображення найоптимальнішого шляху

Отже, ми знайшли правильне рішення, зобразимо його зеленим кольором у

А	В	С	Д	Е	F	G	Н	І	J	К	L	М
Час	з 8 до 9	з 9 до 10	з 10 до 11	з 11 до 12	з 12 до 13	з 13 до 14	з 14 до 15	з 15 до 16	з 16 до 17	з 17 до 18	з 18 до 19	з 19 до 20
Працівник 1	200 грн							500 грн				50 грн
Працівник 2	350 грн							700 грн				
Працівник 3		290 грн					190 грн					
Працівник 4		350 грн						250 грн				
Працівник 5			700 грн								70 грн	

нашій таблиці.

Рис. 6.22. Найоптимальніша часова діаграма

## ЗАВДАННЯ 4

### Розподіл роботи між кількома працівниками

Розподіл робіт між працівниками зводиться до пошуку пропускну́ї здатності.

Наприклад, ми маємо список із 5 працівників, та список робіт, які вони можуть виконувати:

- Програмувати.
- Створювати дизайн.
- Проектувати.
- Проводити економічні дослідження.
- Фінансувати.
- Адмініструвати.

Кожен із працівників може виконувати різні типи робіт:

1. Програмувати;

Створювати дизайн.

2. Створювати дизайн;

Проектувати.

3. Адмініструвати;

Програмувати.

4. Фінансувати;

Проводити економічні дослідження.

5. Фінансувати;

Проектувати.

Отже, різні роботи можуть виконувати різні працівники, і за умовою одна робота може виконуватися лише одним працівником.

Нам необхідно розподілити працівників так, щоб виконувалась максимальна кількість робіт.

Для вирішення представимо нашу задачу у вигляді графа. Лівий стовбець вершин графа – це працівники, правий – це типи робіт. Також добавимо «стік» і «витік».

Тепер з'єднаємо кожного працівника з роботою, яку він може виконати, та знайдемо пропускну здатність. Для цього граф повинен бути орграфом. Якщо у нас другий тип графу, то через меню змінюємо його на потрібний.



Рис. 6.23. Результат проведеного аналізу

Пропускна здатність показала нам, яку роботу повинен виконувати кожен працівник.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що таке граф. Які види графів існують?
2. Який граф називається орієнтованим?
3. Який граф називається неорієнтованим?
4. Що таке навантажений граф?
5. Що таке матриця суміжностей?
6. Що таке ступінь вершини графа?
7. Що таке цикл, шлях?
8. Які є способи задання графів?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

**Тема:** Структурно-топологічний аналіз систем.

**Мета:** Освоєння та набуття практичних навичок проведення аналізу структури системи.

### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

При проведенні аналізу системи доцільно оцінити кількісно якість структури системи та її елементів з позицій загальносистемного підходу.

Розглянемо основні структурні характеристики систем.

**1. Зв'язність структури.** Ця характеристика дає можливість виявити наявність обривів у структурі (висячі вершини).



Для неорієнтованого графа зв'язність усіх елементів відповідає виконанню умови

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ij}^k \geq n-1, i \neq j. \quad (1)$$

У співвідношенні (1)  $a_{ij}$  – елемент матриці суміжності. Права частина (1) визначає необхідну мінімальну кількість зв'язків у структурі неорієнтованого графа, що містить  $n$  вершин. Коефіцієнт 0,5 береться в силу того, що один і той же зв'язок враховується двічі. Очевидно, що для незв'язної структури ця характеристика не має сенсу.

**2. Структурна надмірність** – це параметр, що показує перевищення загального числа зв'язків над мінімально необхідним. Визначається в такий спосіб:

$$R = \frac{1}{2} \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{i,j} \right] \frac{1}{n-1} - 1. \quad (2)$$

Можна визначити в інший спосіб. В умові (1) ліву і праву частину розділити на  $(n-1)$ , знайти різницю:

$$R = \frac{m}{n-1} - 1.$$

Для системи з мінімальною надмірністю  $R = 0$ ; для незв'язних систем  $R$  може бути негативним.

Ця характеристика використовується для непрямой оцінки економічності і надійності досліджуваних систем. Для систем з максимальною надмірністю, що мають структуру типу «повний граф»  $R \geq 0$ ; для систем з мінімальною надмірністю  $R = 0$ ; для незв'язних систем  $R \leq 0$ . Отже, система з великим  $R$  потенційно більш надійна.

**3. Нерівномірність розподілу зв'язків** у структурі неорієнтованого графа, що має  $m$  ребер і  $n$  вершин, характеризує недовикористання можливостей заданої структури в досягненні максимальної зв'язності і характеризується показником

$$\varepsilon^2 = \sum_{i=1}^n p_i^2 - \frac{4m^2}{n},$$

де  $\varepsilon^2$  – квадратичне відхилення заданого розподілу вершин від рівномірного розподілу;

$p_i$  – степінь вершини  $i$ ;

$m$  – число дуг;

$n$  – число вершин системи управління.

**4. Структурна компактність** – це параметр, що показує близькість елементів між собою з погляду, наприклад, обміну інформацією між елементами:

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij}, \quad (4)$$

$d_{i,j}$  – мінімальна довжина ланцюга між вершинами  $i, j$ . Тобто сума усіх мінімальних шляхів (ланцюгів) становить структурну компактність системи.

Часто структурна компактність характеризується відносним показником:

$$Q_{\text{відн.}} = \frac{Q}{n(n-1)} - 1.$$

Для прикладу: структурна компактність транспортних систем дає можливість отримати інформацію про ступінь використання дорожніх зв'язків при повному навантаженні на систему (одночасне перевезення вантажу з усіх елементів системи в усі напрямки). За умови максимально можливої структурної компактності  $Q_{\text{відн.}} = 0$ .

Чим компактніша структура, тим легше центру керувати нею. Тому вводиться новий параметр  $G$ , який зростає з ростом компактності.

**5. Ступінь централізації у структурі заданої системи.** Введемо поняття індексу центральності, визначивши за формулою:

$$G = (n-1)(2Z_{\text{max}} - n) \frac{1}{Z_{\text{max}}(n-2)};$$

де  $Z_{\text{max}}$  – ступінь централізації;

$$Z_{\text{max}} = \max_i \left[ \frac{Q}{2} \cdot \left( \sum_{j=1}^n d_{i,j} \right)^{-1} \right].$$

Індекс центральності змінюється в діапазоні від 0 до 1.

Для структур із максимальним ступенем централізації (радіальна)  $G = 1$ , для структур із рівномірним розподілом зв'язків (кільцева і повний граф)  $G = 0$ .

Нуль відповідає абсолютно децентралізованій системі.

Найменш «централізованими» й найбільш «розмитими» з цих позицій є структури кільцева і повний граф, в яких елементи навантажені абсолютно однаково.

**6. Індекс центральності** надає лише загальну інформацію про характер взаємозв'язків елементів системи, але є можливість визначити ранг кожного елемента системи та розподілити їх у порядку значимості. Значимість елемента залежить від числа його зв'язків з іншими елементами. **Ранг елемента** використовується при представленні структури системи у вигляді орієнтованого графа і може бути обчислений за формулою:

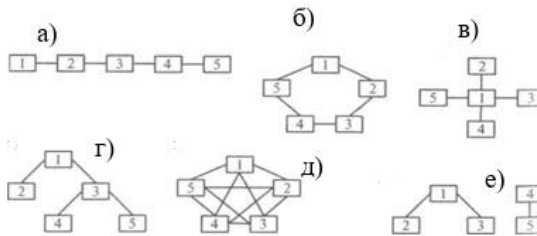
$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{i,j}^{(n)}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{i,j}^{(n)}},$$

де  $a_i, j^{(n)}$  – елементи матриці суміжності  $A$ , що зведена до степеня  $n$  ( $A^n$ ).

З формул, за якими знаходяться структурно-топологічні характеристики систем, можна зробити висновок, що неможливо отримати «ідеальну» структуру системи, коли усі структурно-топологічні показники мають оптимальні значення ( $R = 0, E = 0, Q$  від  $= 0$  і под.). Наприклад, якщо ми в транспортній системі прибираємо зайві дорожні зв'язки, щоб зменшити структурну надмірність, збільшується показник структурної компактності. Тому, зазвичай, розставляють пріоритети серед структурно-топологічних показників згідно із технологічними, технічними, функціональними та іншими вимогами. Далі з усіх можливих структур системи вибирають структури з оптимальним значенням структурно-топологічного показника, який має найвищий пріоритет. Потім із обраних варіантів обирають структури системи із мінімальним значенням структурно-топологічного показника з другим пріоритетом і т. д.

### Порівняльний аналіз топологічних структур.

При проведенні аналізу системи доцільно оцінити кількісно якість структури системи та її елементів з позицій загальносистемного підходу. Види топологічних структур розглянемо на прикладі п'яти елементів.



Види топологічних структур: а) послідовна структура; б) кільцева структура; в) радіальна структура; г) деревоподібна структура; д) структура типу повний граф; е) незв'язна структура.

Результати обчислення топологічних характеристик для типових структур (для випадку 5-ти елементів) зведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Види структури	Показники				
	$R$	$\varepsilon^2$	$Q$	$Q_{відн.}$	$G$
Послідовна	0	1,2	40	1	0,7
Кільцеподібна	0,25	0	30	0,5	0
Повний граф	1,5	0	20	0	0
Радіальна	0	7,2	32	0,6	1
Деревовидна	0	3,2	36	0,8	0,81
Незв'язна	-0,25	–	–	–	–

Аналіз табл. 7.1 показує таке.

1. Для незв'язних структур структурна надмірність  $R < 0$ , для структур без надмірності (послідовна, радіальна, деревоподібна)  $R = 0$ ; для структур з надмірністю зв'язків (кільцева, повний граф)  $R > 0$ .

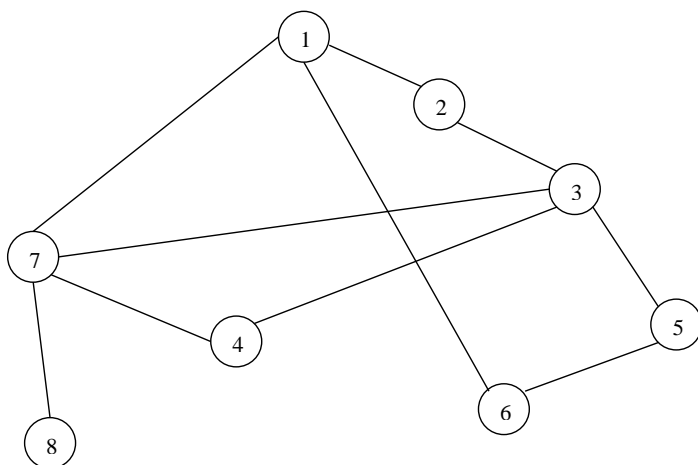
2. Структури (послідовна, радіальна, деревоподібна) з  $R = 0$  розрізняються за показником  $\varepsilon^2$ , найбільшу нерівномірність зв'язків має радіальна структура.

3. Найбільшу близькість елементів (показник  $Q_{відн.}$ ) має структура типу повний граф, найменшу – послідовна.

4. Радіальна і деревоподібна структури, що мають однакові або близькі значення  $R$ ,  $Q_{відн.}$  значно відрізняються за показниками  $\varepsilon^2$  і  $G$ , що відповідає фізичному смислу, бо відхід від повної централізації у структурі приводить до більшої рівномірності розподілу зв'язків за елементами.

Розглянуті вище структурні характеристики були отримані тільки на основі інформації про склад елементів та їхні зв'язки. Подальший розвиток методології структурних параметрів для вирішення задач структурного аналізу може бути оснований на врахуванні неструктурної інформації за рахунок введення числових функцій на графах. Це дає змогу, поряд зі складом елементів і спрямованістю їх взаємодії, враховувати при вирішенні задач інші сторони їх функціонування (часові, надійнісні, вартісні і т. ін.).

**Приклад.** Розрахунок структурно-топологічних характеристик заданого графа.  
Нехай дано граф:



Для розрахунку приймемо:

$N = 8$ ;

$M = 10$ .

Побудуємо матрицю суміжностей:

$$A := \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

1) Визначаємо зв'язність структури.

Для неорієнтованих графів зв'язність усіх елементів відповідає виконанню умови:

$$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \geq n - 1$$

$$r_0 := \sum A^{(0)} \quad r_2 := \sum A^{(2)} \quad r_4 := \sum A^{(4)} \quad r_6 := \sum A^{(6)}$$

$$r_1 := \sum A^{(1)} \quad r_3 := \sum A^{(3)} \quad r_5 := \sum A^{(5)} \quad r_7 := \sum A^{(7)}$$

$$r^T \rightarrow (3 \ 2 \ 4 \ 2 \ 2 \ 2 \ 4 \ 1)$$

$$\sum_{i=0}^7 r_i = 20$$

$0,5 \times 20 \geq 7 \rightarrow 10 \geq 7$ ; (правильно) – граф є зв'язним.

2) Структурна надмірність  $R$  може розраховуватися за формулою:

$$R := \frac{m}{n-1} - 1$$

$$R = 0.429$$

$R > 0$ , отже, в цій системі присутня структурна надмірність.

3) Середньоквадратичне відхилення:

$$p := \sum_{i=0}^7 (r_i)^2 \quad p = 58$$

$$e2 := p - \frac{4 \cdot m^2}{n} \quad e2 = 8$$

Структура має нерівномірні зв'язки, тому що ця величина має велике значення.

4) Структурна компактність:

$$d_0 := (1 \ 2 \ 2 \ 2 \ 1 \ 1 \ 2) \quad \sum d_0 = 11$$

$$d_4 := (2 \ 2 \ 1 \ 2 \ 1 \ 2 \ 3) \quad \sum d_4 = 13$$

$$d_1 := (1 \ 1 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 3) \quad \sum d_1 = 13$$

$$d_5 := (1 \ 2 \ 2 \ 3 \ 1 \ 2 \ 3) \quad \sum d_5 = 14$$

$$d_2 := (2 \ 1 \ 1 \ 1 \ 2 \ 1 \ 2) \quad \sum d_2 = 10$$

$$d_6 := (1 \ 2 \ 1 \ 1 \ 2 \ 3 \ 1) \quad \sum d_6 = 11$$

$$d_3 := (2 \ 2 \ 1 \ 2 \ 3 \ 1 \ 2) \quad \sum d_3 = 13$$

$$d_7 := (2 \ 3 \ 2 \ 2 \ 3 \ 3 \ 1) \quad \sum d_7 = 16$$

$$Q := \sum_{i=0}^{n-1} \sum d_i$$

$$Q = 101$$

Знаходим відносний показник:

$$Q_{\text{відн.}} = 0,804$$

5) Ступінь централізації:

$$Z_{\text{max}} = 5,05$$

$$G = 0,485.$$

## ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Здійснити розрахунок структурно-топологічних характеристик досліджуваного підприємства відповідно до свого варіанта.

2. Результати розрахунків звести в таблицю разом з обчисленнями топологічних характеристик для типових структур.

3. На основі порівняльного аналізу структурно-топологічних характеристик досліджуваного підприємства із різними структурними зв'язками між елементами зробити висновки про оптимальність розподілу зв'язків за різними критеріями.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Умови застосування структурно-топологічного аналізу для дослідження систем.
2. Розкрийте способи завдання графа.
3. Як обчислюється показник структурної надмірності для неорієнтованого графа?
4. Що характеризує структурна компактність графа та як визначити відносний показник структурної компактності?
5. Порівняйте кільцеву та послідовну структури графа за показником структурної надмірності.
6. Наведіть формулу для розрахунку індексу центральності для структури графа. У яких випадках індекс центральності дорівнює нулю та одиниці?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

**Тема:** Цільовий аналіз об'єктів та процесів економіки.

**Мета:** дослідження особливостей процесу оцінювання відносної значущості цілей функціонування економічних систем, об'єктів та процесів економіки.

## ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Розглянемо доволі універсальний метод оцінювання відносної значущості (вагомості, важливості) цілей шляхом послідовного уточнення експертних оцінок для кожної цілі. Ця процедура складається з таких етапів:

1. Цілі, починаючи з одиниці, нумерують так, що найважливіша з них буде мати індекс «1», наступна за значущістю – індекс «2» і т. д. Якщо позначити довільну мету  $Z_i$ , то отримаємо низку цілей:

$$Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n \quad (8.1)$$

2. Цілі  $Z_i$  (найважливішій головній цілі ряду) надають значення  $V_i = 1$ . Іншим цілям ряду надають значення, які характеризують їх важливість (вагомість, значущість) стосовно першої цілі  $Z_1$ .

3. Оцінюють важливість цілі  $Z_i$  порівняно з логічною сумою всіх інших. Розглядають три випадки:

- А –  $Z_i$  пріоритетніша за суму  $Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n$ ;
- В –  $Z_i$  та  $Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n$  рівноважливі;
- С –  $Z_i$  меншого пріоритету за суму  $Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n$ .

Відповідно до випадку корегують значення  $V_i$ , яке надають цілі  $Z_i$ .

4. Далі розглядають ряд без першої цілі, тобто  $Z_2, Z_3, \dots, Z_n$  і встановлюють кінцеве значення  $v_2$  шляхом порівняння цілі  $Z_2$  з рядами  $Z_3 + Z_4 + \dots + Z_{n-1}$ , як на етапі 3.

5. Аналогічно встановлюють значення для всіх  $v_i$ . Остання операція цієї процедури – це порівняння  $Z_{n-1}$  з  $Z_n$ .

6. Далі нормують значення  $v_i$  за формулою:

$$\text{тобто } v'_i = v_i / \sum_{i=1}^n v_i, \quad \sum_{i=1}^n v'_i = 1.$$

Отримані оцінки є відносними, тому виключення або додавання будь-якого результату може впливати на значення оцінок, які також можуть змінюватися за часом. У цій процедурі не обов'язково змінювати тільки значення однієї, найважливішої цілі ( $v_1$  на етапі 3,  $v_2$  на етапі 4 і т. д.). Їх значення можна залишати, а змінювати значення цілей, які складають суму інших цілей, з якими порівнюється більш важлива ціль.

**Приклад.** Нехай певний студент ставить перед собою такі цілі в семестрі:

1) закінчити семестр з відмінними оцінками (екзамени складати тільки на відмінно);

2) взяти участь у спортивних змаганнях і отримати призове місце;

3) відвідувати клуб студентської творчості;

4) підготувати доповідь на наукову конференцію;

5) виконувати громадські доручення;

6) познайомитися з дівчиною Х.

Оцінимо пріоритет цілей, користуючись запропонованою методикою.

1. Упорядкуємо цілі:  $Z_1$  – закінчити семестр з відмінними оцінками;  $Z_2$  – доповідь на конференції;  $Z_3$  – клуб студентської творчості;  $Z_4$  – познайомитися з дівчиною;  $Z_5$  – участь у спортивних змаганнях;  $Z_6$  – громадські доручення.

2. Надамо цілям значення вагомості:

$$Z_1 \rightarrow v_1 = 1; \quad Z_2 \rightarrow v_2 = 0,3; \quad Z_3 \rightarrow v_3 = 0,3; \quad Z_4 \rightarrow v_4 = 0,3; \\ Z_5 \rightarrow v_5 = 0,2; \quad Z_6 \rightarrow v_6 = 0,1.$$

3. Оцінимо важливість цілі  $Z_1$  щодо всіх інших. Нехай досягнення цілі  $Z_1$  і всіх інших однаково важливе:

$$v_1 = v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + v_6 = 1,2, \text{ тоді } v_1 = 1,2.$$

4. Розглядаємо ряд без першої цілі, тобто порівнюються  $Z_2$  та  $\sum_{i=3}^6 Z_i$ :

$$0,3 < 0,9; v_2 < v_3 + v_4 + v_5 + v_6.$$



Визнаємо це відношення правильним. Далі порівнюємо  $Z_2$  та  $Z_3 + Z_4 + Z_5$ :  
 $0,3 < 0,8$ ,  $v_2 < v_3 + v_4 + v_5$  – відношення правильне.

Далі порівнюємо  $Z_2$  та  $Z_3 + Z_4$ :

$$0,3 < 0,6; v_2 < v_3 + v_4.$$

Така оцінка для  $Z_2$  занижена, тому доцільно буде надати значення  $v_2 = 0,5$ .

Аналогічно встановлюємо значення інших  $v_i$ :

$$Z_3 \text{ та } \sum_{i=4}^6 Z_i: v_3 = 0,3, \quad v_4 + v_5 + v_6 = 0,6, \quad 0,3 < 0,6.$$

Нехай оцінка для  $Z_3$  також занижена, тому надамо їй нового значення  $v_3 = 0,4$ .

Далі порівняємо  $Z_3$  та  $Z_4 + Z_5$ :

$$v_3 = 0,4, \quad v_4 + v_5 = 0,5, \quad 0,4 < 0,5.$$

Нехай далі цілі будуть рівнозначними, однак, нехай  $Z_3$  менш важлива, ніж  $Z_2$  (нехай  $v_2 > v_3$ ).

Тому зберігаємо  $v_3 = 0,4$  і перерахуємо суму  $v_4 + v_5 = v_3 = 0,4$ :

$$\frac{v_4}{0,4} = \frac{0,3}{0,5} \rightarrow v_4 = \frac{0,3 \cdot 0,4}{0,5} = 0,24;$$

$$\frac{v_5}{0,4} = \frac{0,2}{0,5} \rightarrow v_5 = \frac{0,2 \cdot 0,4}{0,5} = 0,16.$$

Порівнюємо  $Z_4$  та  $Z_5 + Z_6$ :  $v_4 = 0,24 < 0,16 + 0,1 = v_5 + v_6$ , визнаємо це відношення правильним.

Порівняємо  $Z_5$  та  $Z_6$ :  $v_5 = 0,16 > 0,1 = v_6$  – відношення правильне.

Оскільки пріоритетні значення  $v_i$  деяких цілей змінилися, то необхідно змінити значення  $v_j$ :

$$v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + v_6 = 0,5 + 0,4 + 0,24 + 0,16 + 0,1 = 1,4 \text{ тому } v_j = 1,4$$

**5.** Після нормування значень  $v_i$ , отримаємо кінцевий результат у вигляді таблиці:

$Z_i$	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$	$\sum_i v_i$
$v_i$	1,4	0,5	0,4	0,24	0,16	0,1	2,8
$v'_i$	0,5	0,18	0,14	0,08	0,06	0,04	1

## **ЗАВДАННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

1. За індивідуальним варіантом побудувати дерево цілей та визначити пріоритети цілей досліджуваного підприємства.
2. У звіті навести скріншот листа MS Excel із використаними для розрахунку формулами (за потребою) та таблицю отриманих результатів.

## **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

1. У чому полягає метод оцінювання відносної значущості цілей?
2. З яких етапів складається процедура оцінювання відносної значущості цілей?
3. Як оцінити пріоритет цілей?
4. У чому полягає принцип нормування значень цілей?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вітлінський В. В. Моделювання економіки. К.: КНЕУ, 2013. С. 400.
2. Глушков В. М. Введение в АСУ. К.: Техніка, 2004. 167 с.
3. Горбань О. М., Бахрушин В. Є. Основи теорії систем і системного аналізу. Запоріжжя: ГУ «ЗІДМУ», 2011. 204 с.
4. Дуднік І. М. Вступ до загальної теорії систем. К.: Кондор, 2009. 205 с.
5. Катренко А. В. Системний аналіз. Львів: Новий світ, 2015. С. 395.
6. Катренко А. В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації. Львів: Новий Світ – 2000, 2013. С. 424.
7. Ладанюк А. П. Кузьменко Б. В. Основи системного аналізу. Вінниця: Нова книга, 2004. С. 176.
8. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 2010. 344 с.
9. Молчанов А. А. Моделирование и проектирование сложных систем. К.: Выща школа, 2009. С. 359.
10. Сорока К. О. Основи теорії систем і системного аналізу. Х.: Тимченко А. М., 2015. С. 286.
11. Чорней Н. Б., Чорней Р. К. Теория систем і системний аналіз. К.: МАУП, 2005. 256 с.

Навчальне видання

**Січко** Тетяна Василівна  
**Довбня** Катерина Миколаївна  
**Врублевський** Віктор Андрійович

# **СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

*для виконання лабораторних робіт студентами спеціальностей  
«Прикладна математика», «Комп'ютерні науки»  
ступеня освіти «Бакалавр»*

Редактор І. М. Колесникова  
Технічний редактор О. К. Гомон

Підписано до друку 27.11.2019 р.  
Формат 60×84/16. Папір офсетний.  
Друк – цифровий. Умовн. друк. арк. 3,95  
Тираж 15 прим. Зам. № 97

Донецький національний університет імені Василя Стуса  
21021, м. Вінниця, вул. 600-річчя, 21.  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру  
серія ДК № 5945 від 15.01.2018 р.